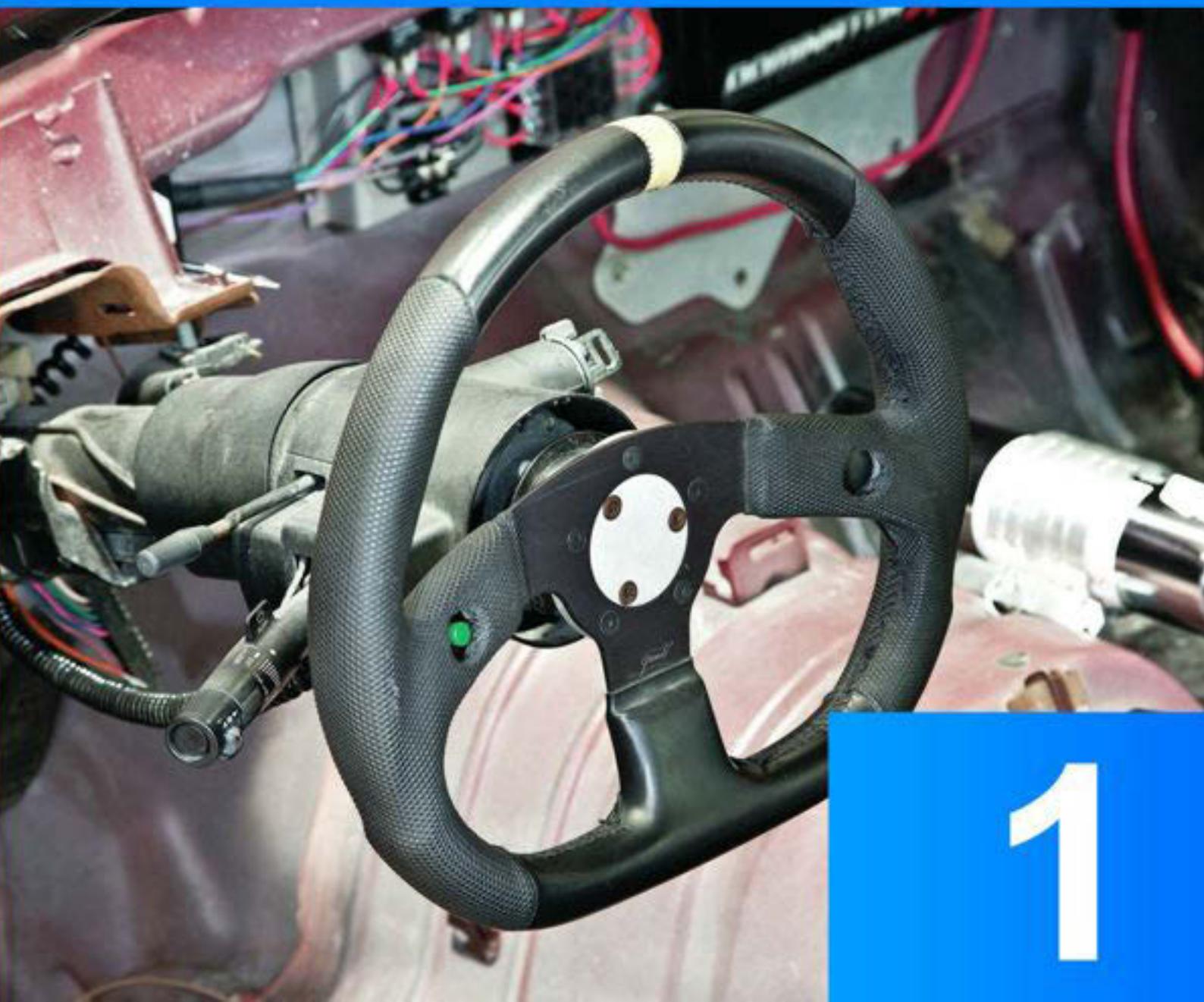
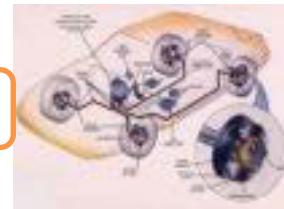
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Republik Indonesia
2013

Chasis Management System (CMS)

UNTUK SMK / MAK KELAS XI

1

HALAMAN FRANCIS

Penulis : **Sudaryono**
Editor Materi : **Toyibu**
Editor Bahasa :
Ilustrasi Sampul :
Desain & Ilustrasi Buku :

Pusat Pengembangan & Pemberdayaan Pendidik & Tenaga Kependidikan Bidang Otomotif & Elektronika:

Jl. Teluk Mandar, Arjosari Tromol Pos 5, Malang 65102, Telp. (0341) 491239, (0341) 495849, Fax. (0341) 491342, Surel: vedcmalang@vedcmalang.or.id, Laman: www.vedcmalang.com

DISKLAIMER (*DISCLAIMER*)

Penerbit tidak menjamin kebenaran dan keakuratan isi/informasi yang tertulis di dalam buku tek ini. Kebenaran dan keakuratan isi/informasi merupakan tanggung jawab dan wewenang dari penulis.

Penerbit tidak bertanggung jawab dan tidak melayani terhadap semua komentar apapun yang ada didalam buku teks ini. Setiap komentar yang tercantum untuk tujuan perbaikan isi adalah tanggung jawab dari masing-masing penulis.

Setiap kutipan yang ada di dalam buku teks akan dicantumkan sumbernya dan penerbit tidak bertanggung jawab terhadap isi dari kutipan tersebut. Kebenaran keakuratan isi kutipan tetap menjadi tanggung jawab dan hak diberikan pada penulis dan pemilik asli. Penulis bertanggung jawab penuh terhadap setiap perawatan (perbaikan) dalam menyusun informasi dan bahan dalam buku teks ini.

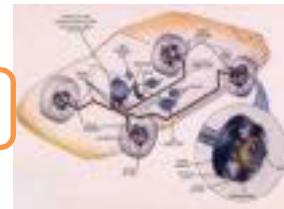
Penerbit tidak bertanggung jawab atas kerugian, kerusakan atau ketidaknyamanan yang disebabkan sebagai akibat dari ketidakjelasan, ketidaktepatan atau kesalahan didalam menyusun makna kalimat didalam buku teks ini.

Kewenangan Penerbit hanya sebatas memindahkan atau menerbitkan mempublikasi, mencetak, memegang dan memproses data sesuai dengan undang-undang yang berkaitan dengan perlindungan data.

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Teknik Ototronik,Edisi Pertama 2013

Kementerian Pendidikan & Kebudayaan

Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan, th. 2013: Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas tersusunnya buku teks ini, dengan harapan dapat digunakan sebagai buku teks untuk siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Bidang Studi Keahlian Ototronik, Chasis Management System (CMS)

Penerapan kurikulum 2013 mengacu pada paradigma belajar kurikulum abad 21 menyebabkan terjadinya perubahan, yakni dari pengajaran (*teaching*) menjadi BELAJAR (*learning*), dari pembelajaran yang berpusat kepada guru(*teachers-centered*) menjadi pembelajaran yang berpusat kepada peserta didik (*student-centered*), dari pembelajaran pasif (*pasive learning*) ke cara belajar peserta didik aktif (*active learning-CBSA*) atau *Student Active Learning-SAL*.

Buku teks ″ Chasis Management System (CMS)″ ini disusun berdasarkan tuntutan paradigma pengajaran dan pembelajaran kurikulum 2013 diselaraskan berdasarkan pendekatan model pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan belajar kurikulum abad 21, yaitu pendekatan model pembelajaran berbasis peningkatan keterampilan proses sains.

Penyajian buku teks untuk Mata Pelajaran ″ Chasis Management System (CMS)″ ini disusun dengan tujuan agar supaya peserta didik dapat melakukan proses pencarian pengetahuan berkenaan dengan materi pelajaran melalui berbagai aktivitas proses sains sebagaimana dilakukan oleh para ilmuwan dalam melakukan eksperimen ilmiah (penerapan scientifik), dengan demikian peserta didik diarahkan untuk menemukan sendiri berbagai fakta, membangun konsep, dan nilai-nilai baru secara mandiri.

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, dan Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik dan Tenaga Kependidikan menyampaikan terima kasih, sekaligus saran kritik demi kesempurnaan buku teks ini dan penghargaan kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam membantu terselesaikannya buku teks siswa untuk Mata Pelajaran Chasis Management System (CMS)kelas XI /Semester 1 Sekolah Menengah Kejuruan (SMK).

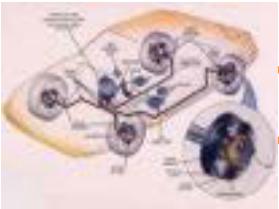
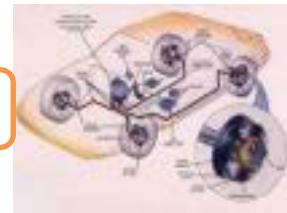
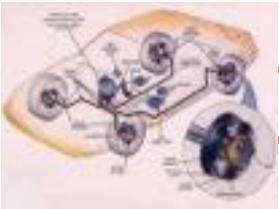
Jakarta, 12 Desember 2013

Menteri Pendidikan dan Kebudayaan

Prof. Dr. Mohammad Nuh, DEA

DAFTAR ISI

Glosarium

Steering wheel	:	roda kemudi
Steering column	:	kolom kemudi
Steering gear	:	roda gigi kemudi
Steering lingkage.	:	sambungan kemudi
Shaft	:	poros
Column	:	kolom
Pitman arm	:	lengan pitman
Knuckle arm	:	lengan knuckle
Recirculating ball	:	bola bersirkulasi
Housing steering rack	:	rumah kemudi jenis rack
Booth steer	:	karet penutup debu kemudi
Power steering	:	penguat kemudi
Hydraulic pump	:	pompa hidrolis
Fluid reservoir	:	tempat cadangan cairan
Flexibel joint	:	sambungan fleksibel
Steering lock	:	pengunci kemudi
Worm shaft	:	poros cacing
Hidrolic power steering	:	penguat kemudi dengan sumber tenaga hidrolis
Electronic power steering	:	penguat kemudi dengan sumber tenaga elektronik
Akselerasi	:	percepatan
Traksi	:	kemampuan roda menyalurkan gaya ke jalan
Carcass	:	lilitan/lapisan kawat pada ban
Tread	:	telapak ban
Side wall	:	dinding samping ban
Breaker	:	lapisn antara lilitan kawat dengan telapak ban
Belt	:	sabuk
Beads	:	butiran
Shoulder	:	bahu ban

Inner liner	:	lapisan karet anti air
Tube – type	:	tipe menggunakan ban dalam
Tube less	:	tipe tidak menggunakan ban dalam
Aspek ratio	:	perbandingan antara tinggi dan lebar ban
Tire marking	:	kode ban
Speed index	:	indek kecepatan
Load index	:	indek beban
Fly rating	:	angka yang menunjukkan kekuatan ban
Thread wear indicator	:	indikator keausan ban
Clutch	:	kopling
Disc clutch	:	piringan kopling
Cone clutch	:	k*opling konis*
One way clutch	:	kopling satu arah
Driving shaft	:	poros penggerak
Driven shaft	:	poros yang digerakkan
Torsion spring damper	:	pegas peredam kejutan
Rivet	:	paku keling
Clutch cover	:	penutup kopling
Fly wheel	:	roda gila
Sliding gear	:	gigi geser
Constan mesh	:	gigi tetap
Cross joint	:	sambungan silang
self energizing effect	:	gaya pengereman sendiri
Fading	:	penurunan nilai koefisien gesek
Fluida	:	cairan
Vacum	:	tekanan dibawah atmosfer
Port less	:	tanpa lubang kompensasi
Boster	:	penguat gaya pengereman
Yawing	:	gerakan kendaraan yang mengimpang ke sisi kanan dan kiri dari titik sumbu tengah kendaraan
Rolling	:	gerakan bodi kendaraan miring ke kanan atau kekiri

Pitching	:	gerakan turun naik pada bagian depan dan belakang kendaraan
Bouncing	:	gerakan naik turun pada keseluruhan bodi kendaraan
Side force	:	gaya samping
Tractive force	:	gaya traksi
Tractive resistance.	:	tahanan traksi
Rigid	:	kaku
Geometri roda	:	Sudut-sudut roda terhadap aksis horizontal, vertikal, memanjang, melintang
Camber	:	Kemiringanrodaterhadapaksis vertical dilihatdaridepankendaraan
Caster	:	Kemiringan king-pin terhadapaksis vertical dilihatdarisampingkendaraan
Toe-in	:	Sikaprodaterhadapaksismemanjangdilihatda riataskendaraan
Inclinasi King-pin	:	Kemiringansumbu king-pin terhadapaksis vertical dilihatdaridepankendaraan
Lock Brake	:	Roda terkunci (tidak berputar) saat pengereman dan kendaraan masih berjalan

Peta Kedudukan Bahan Ajar

C3 | B | A

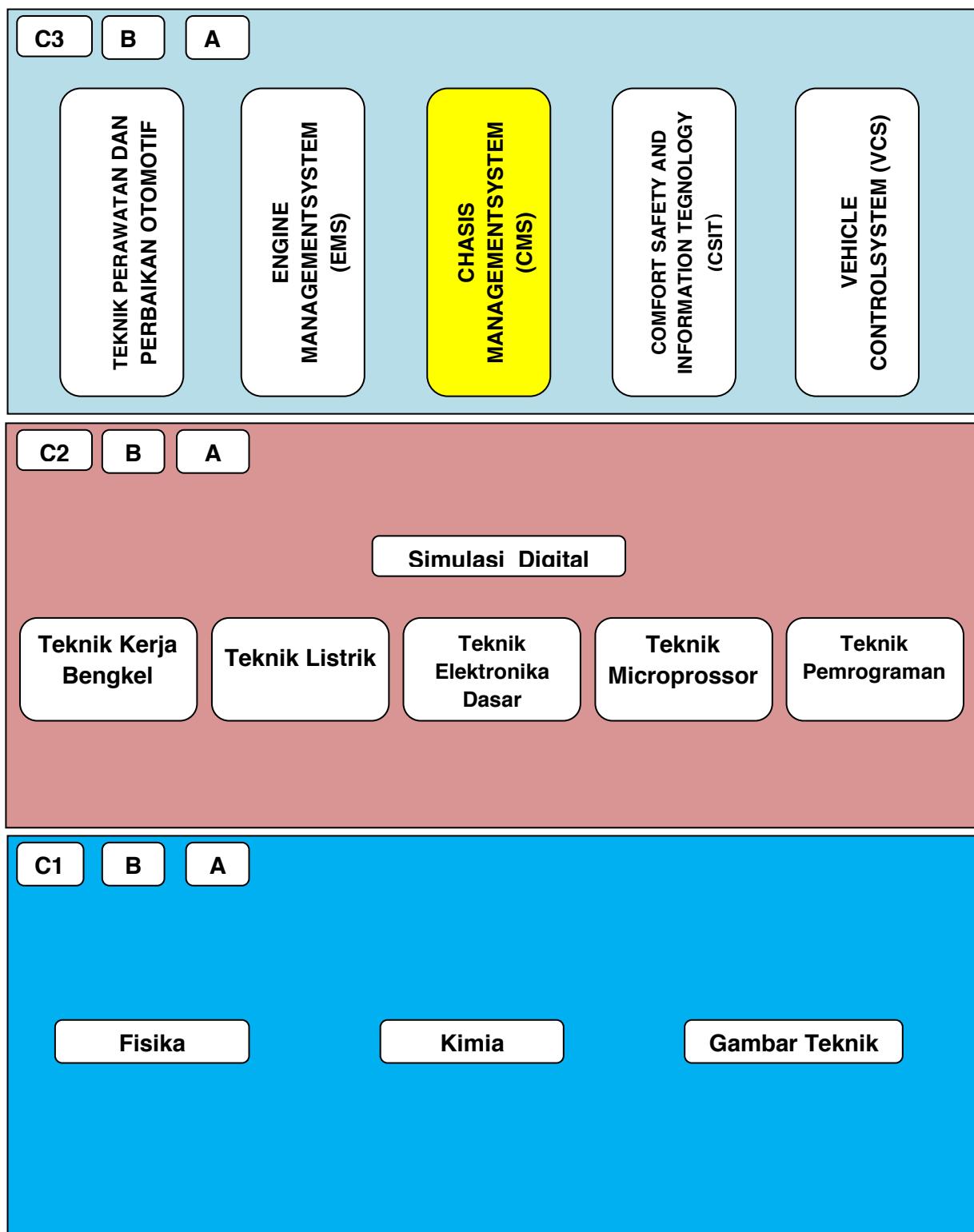
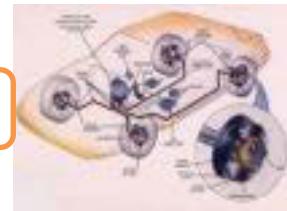
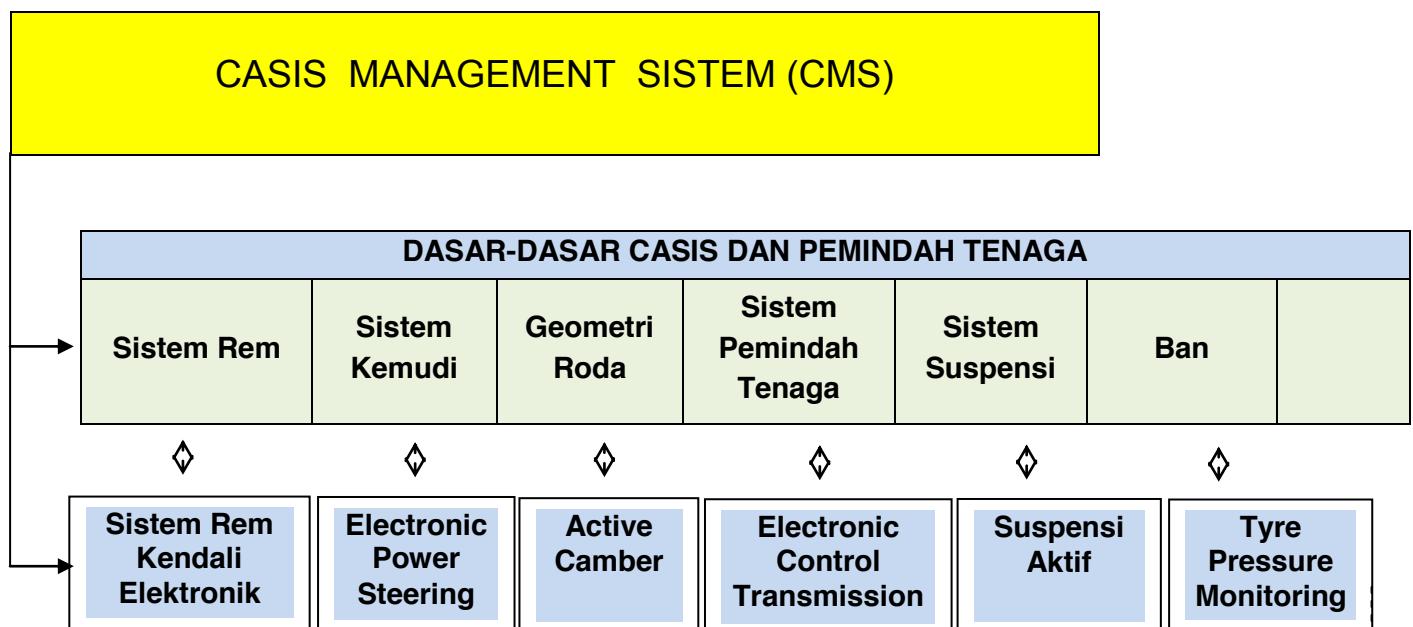
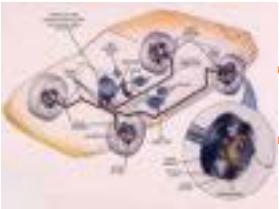
- TEKNIK PERAWATAN DAN PERBAIKAN OTOMOTIF
- ENGINE MANAGEMENTSYSTEM (EMS)
- CHASIS MANAGEMENTSYSTEM (CMS)
- COMFORT SAFETY AND INFORMATION TEGNOLOGY (CSIT)
- VEHICLE CONTROLSYSTEM (VCS)

C2 | B | A

Simulasi Digital

- Teknik Kerja Bengkel
- Teknik Listrik
- Teknik Elektronika Dasar
- Teknik Microprossor
- Teknik Pemrograman

C1 | B | A

- Fisika
- Kimia
- Gambar Teknik

Chasis Management System (CMS)

Rincian Materi Casis Management System :

BAB I
PENDAHULUAN

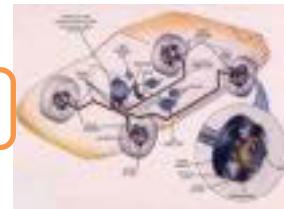
1.1. Deskripsi

Bahan AjarDasar-dasar Casis dan Sistem Pemindah Tenaga merupakan salahsatusumberbelajarsiswa SMK jurusan Elektronika yang memuatmeteridasar/basic system casis dan sistem pemindah tenaga padakendaraanuntukmendukungpemahamanmaterilanjutan yang berorientasipadapenerapansystemcontrolelektronikkesystemcasisdanpemindahtenaga.

Ruanglingkupmateridasar/basic casisdan sistem pemindah tenaga adalah memberikanpemahamanfungsidancarakerjasystemsertaketerampilanmelaksanakanperawatansehinggadapatmemberikanpenguasaanmaterisystemmekanikalsebelumdilanjutkanmaterilanjutantentangaplikasicontrolpadasystemtersebut.

Seiring dengan perkembangan teknologi otomotifsaatini, sistem casisdanpemindahtenaga yang tadinya standar konvensional mulai tergantikan dengan sistem yang memanfaatkan teknologi kontrol elektronik, bahkan juga mulai banyak melibatkan teknologi IT (Information Teknologi) untukmeningkatkanunjukkerjadanmemenuhituntutanstandartteknis yang semakintinggi, sebagaicontohpengembangandarisystemkonvensionalyaitu : Anti-lock Break System, Electronic Pwer Steering, Electronic Transmision Control, Active Suspension, Active Camber, Tire Pressure Monitoring.

Dasar-dasar casis dan sistem pemindah tenaga pada kendaraan bermotor secara standar terdiri dari:

- Sistem Rem
- Sistem Kemudi
- SistemPemindah Tenaga
- SistemSuspensi
- Geometri
- Ban

1.2. Prasyarat

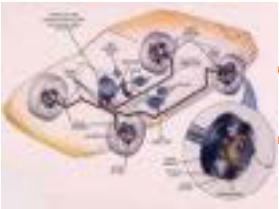
Materi dasar-dasar casis dan pemindah tenaga memberikanbekalawaldalammemahamikompetensi casis manajemen sistem.Materiinidisampaikanpadakelas XI semester 1.

1.3. PetunjukPenggunaan

Bukuinidibuatdenganmemberikanpenjelasantentangpengetahuan dasar-dasar casis dan pemindah tenaga.Untukmemungkinkansiswabelajarsendirisecaratuntas , makaperludiketahuibahwaisibukuinipadasetiapkegiatanbelajarumumnyaterdiriatas : Uraianmateri, Rangkuman, Tugas, Tes Formatif, Lembar Jawaban Tes Formatif dan Lembarkerja peserta didik,sehinggadiharapkansiswadapatbelajarmandiri (*individual learning*) dan*mastery learning* (belajartuntas) dapattercapai.

1.4. TujuanAkhir

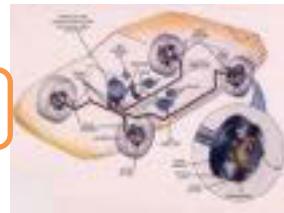
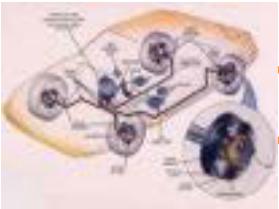
Tujuanakhir yang hendakdicapaiadalah agar siswamampu:

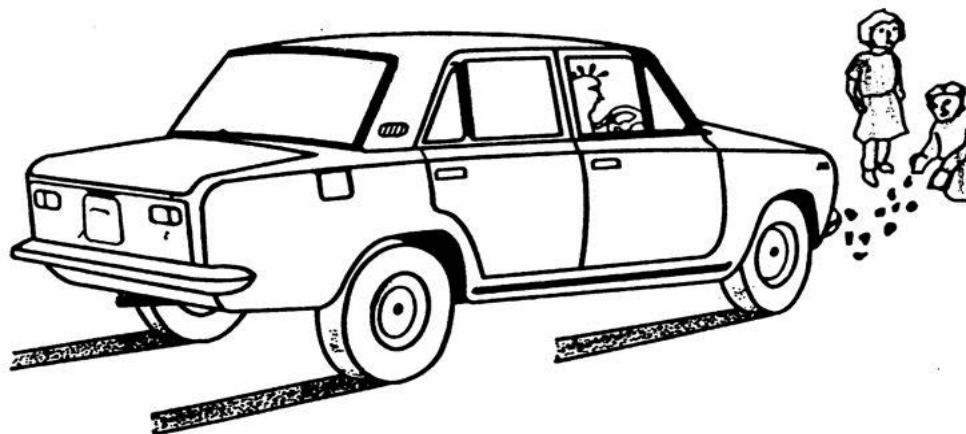
- Memahamidanmenyajikan data hasilanalisisberdasarkanpengamatantentangfungsi, komponen dan cara kerja dari sistem rem.
- Memahamidanmenyajikan data hasilanalisisberdasarkanpengamatantentangfungsi, komponen dan cara kerja dari sistem kemudi.
- Memahamidanmenyajikan data hasilanalisisberdasarkanpengamatantentangfungsi, komponen dan cara kerja dari kopling.
- Memahamidanmenyajikan data hasilanalisisberdasarkanpengamatantentangfungsi, komponen dan cara kerja dari transmisi
- Memahamidanmenyajikan data hasilanalisisberdasarkanpengamatantentangfungsi, komponen dan cara kerja dari poros penggerak.

- Memahamidanmenyajikan data hasilanalisisberdasarkanpengamatantentangfungsi, komponen dan cara kerja dari penggerak aksel.
- Memahamidanmenyajikan data hasilanalisisberdasarkanpengamatantentangfungsi, komponen dan cara kerja dari suspensi.
- Memahamidanmenyajikan data hasilanalisisberdasarkanpengamatantentangfungsi, komponen dan cara kerja dari geometri roda.
- Memahamidanmenyajikan data hasilanalisisberdasarkanpengamatantentangfungsi, jenis-jenis, ukuran dan kerusakan dari ban

1.5. KompetensiIntidanKompetensiDasar

1) Menjelaskan dasar-dasar casis dan pemindah tenaga
2) Memelihara sistem standar casis dan pemindah tenaga

1.6. CekKemampuanAwal

1) Jelaskan fungsi sistem rem !
2) Sebutkankomponen-komponen sistem rem !
3) Jelaskan cara kerja sistem rem !
4) Jelaskan fungsi sistem kemudi !
5) Sebutkankomponen-komponen sistem kemudi !
6) Jelaskan cara kerja sistem kemudi !
7) Jelaskan fungsi kopling !
8) Sebutkankomponen-komponen kopling !
9) Jelaskan cara kerja kopling !
10) Jelaskan fungsi transmisi !
11) Sebutkankomponen-komponen transmisi !
12) Jelaskan cara kerja transmisi !
13) Jelaskan fungsi poros penggerak !
14) Sebutkanbagian-bagian poros penggerak !
15) Jelaskan fungsi penggerak aksel !
16) Sebutkankomponen-komponen penggerak aksel !

17) Jelaskan cara kerja penggerak aksel !

BAB 2
SISTEM REM

2.1. Kegiatan Pembelajaran :Pendahuluan Rem

Dengan mengamati Gambardiatas diskusikan jawaban dari pertanyaan berikut ini:

Mengapa kendaraan tidak menabrak anak-anak yang sedang bermain didepannya jelaskan ?

____

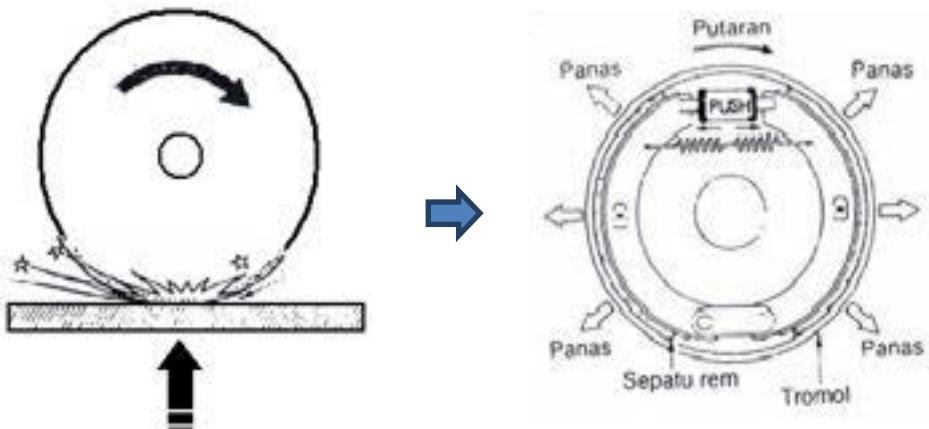
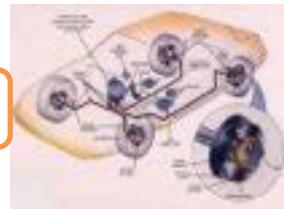
____

____

____

____

____

http://terror-oxide.faa.im/sistem-rem-pada-mobil.xhtml

Dengan mengamati Gambar diatas diskusikan jawaban dari pertanyaan berikut ini :

Faktor apa saja yang menentukan besarnya perlambatan kendaraan saat pengereman dan beri penjelasan?

____

____

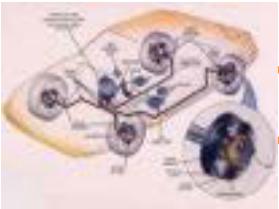
____

____

____

____

____

____

2.1.1. Tujuan Pembelajaran :

Setelah selesai proses pembelajaran siswa dapat :

- ✓ Menerangkan apa yang dimaksud sistem rem pada kendaraan
- ✓ Menjelaskan fungsi sistem rem pada kendaraan
- ✓ Menerangkan prinsip kerja rem gesek
- ✓ Menjelaskan kegunaan sistem pada kendaraan
- ✓ Mengidentifikasi macam-macam sistem pada kendaraan

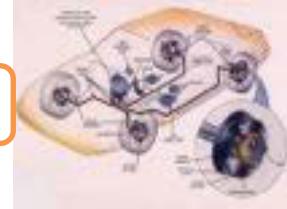
2.1.2. Uraian Materi :

Sistem rem merupakan bagian kendaraan yang merupakan*aspek pengaman* yang paling penting, yang harus dapat melaksanakan perlambatan kendaraan dengan baik, stabil dan nyaman serta membuat kendaraan tetap berhenti.

A. Fungsi Rem

Kendaraan dengan sistem rem dalam menjalankan fungsinya harus memiliki kemampuan :

1) Dapat menghentikan kendaraan dengan cepat.
2) Gaya rem harus dapat diatur sesuai dengan kehendak sopir

Gambar 2.1 Fungsi Rem

B. Prinsip Kerja Rem Gesek

Hingga saat ini kendaraan jalan raya masih menggunakan rem gesek, yang pada dasarnya rem gesek pada kendaraan secara fisikalis adalah merupakan proses perubahan enenrgi gerak (kinetik) menjadi energi panas.

1) **Energi kinetik (laju kendaraan)** :

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \mathrm{v}^2$$

sedangkan daya = $\frac{E_k}{t} = \frac{m \cdot \mathrm{v}^2}{2 \cdot t}$ (Watt)

dimana :

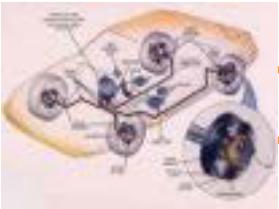
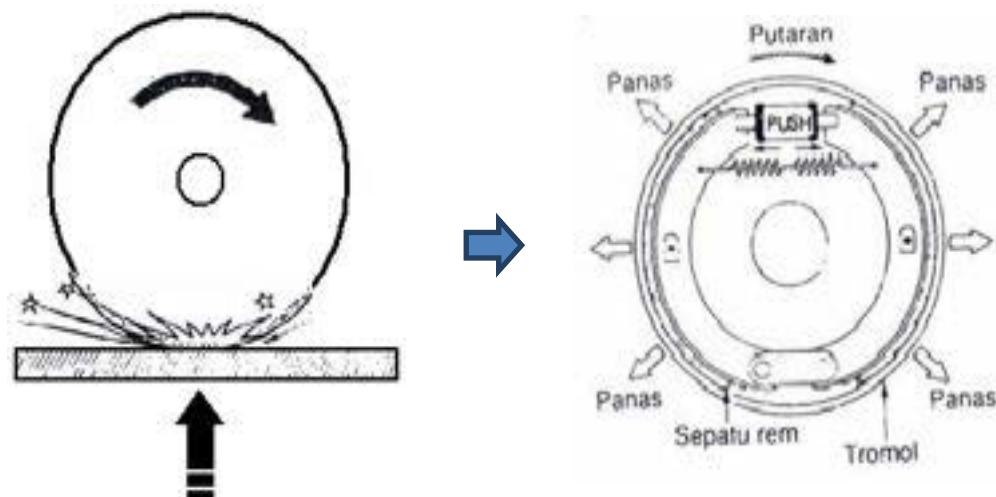
$E_k = Energi\ Kinetik$ (Nm = joule)

$m = massa$ (Kg)

$v = Kecepatan$ (m/detik)

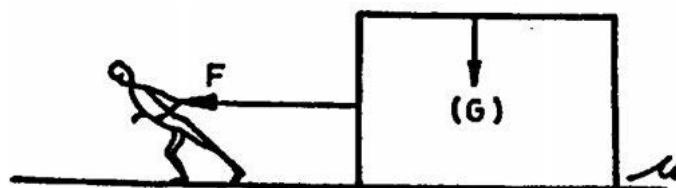
$t = Waktu$ (detik)

Pengereman kendaraan hingga kendaraan dapat berhenti dalam prosesnya adalah proses gesekanyang diperoleh dari :

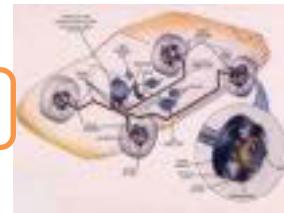
- ✓ Kemampuan gesekan antara ban dengan permukaan jalan (Traksi)
- ✓ Kemampuan gesekan antara kanvas dengan tromol/cakram (gesekan rem)

Gambar 2.2 Proses Pengereman Kendaraan

http://terror-oxide.faa.im/sistem-rem-pada-mobil.xhtml

Antara traksi dan gesekan rem keduanya mempengaruhi besarnya pengereman kendaraan yang besarnya sebesar gaya gesek itu sendiri, semakin besar gesekan diperoleh perlambatan yang besar dan begitu pula jika gesekannya kecil diperoleh perlambatan yang kecil.

Gesekan adalah gaya akibat dari dua benda yang permukaannya saling menempel dalam keadaan *diam* atau *bergerak*

Gambar 2.3 Gesekan

2) **Hukum Coulombe (1736-1805)**

$$F = F_n \cdot \mu \quad \rightarrow \quad F_n = \frac{G\ (Berat)}{g\ (grafitasi)}$$

$$\mu = \frac{F}{F_n}$$

Keterangan :

F_n = Gaya normal (Newton)

F = *Gaya gesek* (Newton)

μ = Koefisien gesek

Besarnya koefisien gesek tidak dipengaruhi ***luas permukaan***bidang gesek ***Gaya gesek***dua buah benda besarnya ditentukan oleh gaya yang bekerja pada permukan geseknya (Aksi dan Reaksi) dan koefisien gesek yang dihasilkan dari permukaan kontak dua benda tersebut yang besarnya dipengaruhi oleh jenis bahan dari kedua benda tersebut.

Gaya gesek kanvas dengan tromol/cakram (Rem) :

$$F_R = F_n \,.\, \mu \,.\, i$$

Dimana :

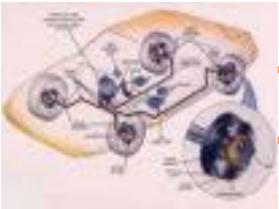
F_n = Gaya normal (Newton)→ Gaya yang bekerja pada sepatu rem/balok rem

F_R = *Gaya Rem*(Newton)

μ = Koefisien gesek

i = Jumlah pasangan gesek

Nilai "μ" pada system rem ditinjau dari bahan kanvas rem :

- ✓ Kanvas rem *organic* → *Koefisien gesek tinggi, μ sekitar 0,2 – 0,5*
- ✓ Kanvas rem *metalik (sinter)* → *Koefisien gesek kecil, μ sekitar 0,1 – 0,2*

3) Gaya gesek ban dengan permukaan jalan (Traksi) :

$$F_T = F_n \cdot \mu$$

Dimana :

F_n = Gaya normal (Newton) → diperoleh dari akibat berat kendaraar

F_T = *Gaya Traksi* (Newton)

μ = Koefisien gesek

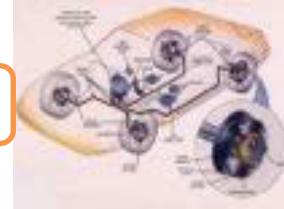
Tabel koefisien gesek antara ban dan berbagai macam bahan dan permukaan kondisi jalan ;

Gambar 2.4. "*μ" dan kondisi jalan*

Keterangan :

1. Jalan beton dan aspal yang kering
2. Jalan makadam dan plester yang kering
3. Jalan beton dan aspal yang basah
4. Jalan makadam yang basah
5. Jalan plester yang basah
6. Jalan makadam yang berlumpur

4) Gaya gesek Rem :

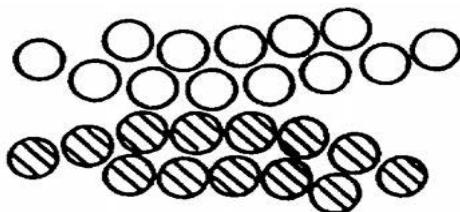
Besarnya gaya pengereman diperoleh dari proses gesekan antara kanvas rem dengan tromol/cakram :

$$F_R = F_n \cdot \mu$$

Dimana :

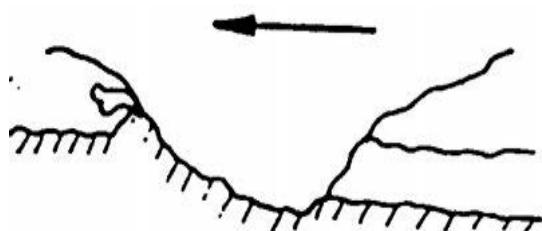
F_n = Gaya normal (Newton) → diperoleh dari Injakan kaki

F_R = *Gaya Rem* (Newton)

μ = Koefisien gesek → Untuk gesekan besi dengan asbes sekitar 0,25-0,35

5) Yang mempengaruhi Gesekan :

Gambar 2.5. Gesekan adhesive

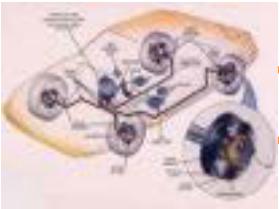
✓ Molekul adhesif

Apabila tekanan kontak besar antara *tromol* dan *kanvas rem*, dengan demikian gesekan akan menjadi *lebih besar pula*

Gambar 2.6 Gesekan pengikisan

✓ Pengikisan

Benda yang keras *(tromol)* masuk dalam benda benda yang lemah *(kanvas rem),* apabila terjadi perubahan *elastis* dan *plastis* maka gesekan yang timbul menjadi besar dan keausan juga besar

Tiga hal yang mempengaruhi nilai gesek.kanvas

a) Temperatur
b) Kecepatan
c) Lapisan

Koefisien gesek pada traksi dan gesekan rem adalah termasuk gesekan dua benda yang bergerak sehingga dalam proses gesekan tersebut akan timbul panas, semakin lama dan cepat gerakannya semakin tinggi temperatur yang ditimbulkannya juga jika pada gesekan tersebut terdapat lapisan diantara dua permukaan yang bergesekan maka akan terjadi perubahan koefisien gesek (nilai "*μ")* yang semakin kecil*.* Penurunan nilai "*μ"*yang demikian berdampak buruk dan tidak diharapkan dalam pengereman kendaraan karena penurunan nilai "*μ"*berdampak langsung terhadap besarnya gaya gesek yang pada akhirnya kinerja pengereman menurun (kecil – hilang).

Peristiwa penurunan nilai "*μ"*disebut"*Fading*" diantaranya :

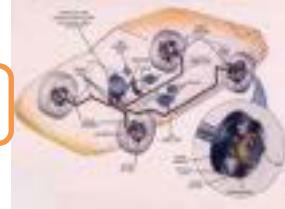
1. Penurunan akibat panas disebut : "Fading *temperature"*
2. Penurunan akibat kecepatan : "Fading *kecepatan"*
3. Penurunan akibat lapisan disebut : "Fading *lapisan"*

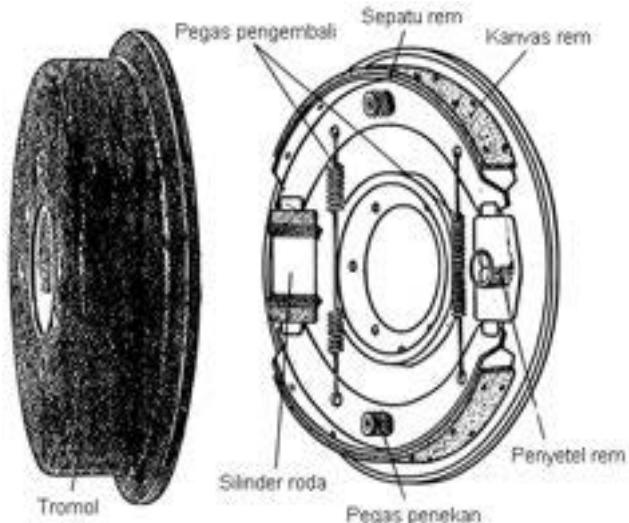
C. Kegunaan Rem pada Kendaraan

Sistem rem kendaraan secara operasioanal untuk memenuhi kebutuhan perlambatan dan mengehentikan kendaraan terdapat :

- ✓ Rem kaki : Untuk mengurangi sampai menghentikan kecepatan kendaraan. Rem kaki harus berfungsi untuk semua roda.
- ✓ Rem tangan/parkir : Untuk memacetkan putaran roda (parkir, dsb), dipsang untukrem belakang. Juga dapt berfungsi sebagai rem cadangan, misalnya jika dalam perjalanan rem kaki tidak berfungsi

D. Macam-macam Rem

Perkembangan system rem yang diaplikasikan pada kendaraanhingga kini masih pada kebanyakan mobil menggunakan rem tromol dan rem cakram

Beberapa varian menerapkan gabungan keduanya dan ada pula semua roda menggunakan rem cakram.

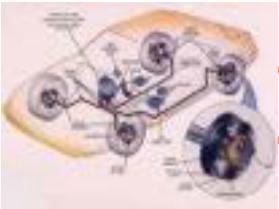
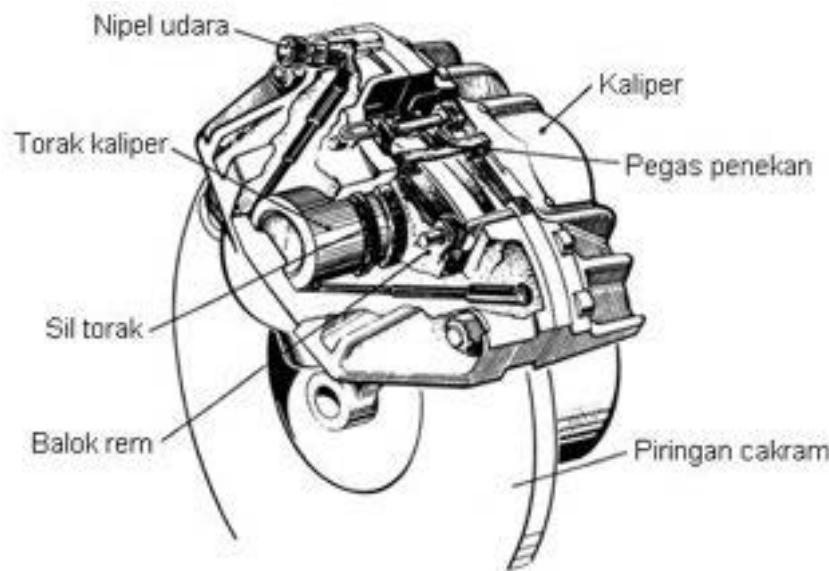
1) Rem tromol

Gambar 2.7.Rem tromol

Penggunaan :*Untuk Rem depan dan atau belakang*

Keuntungan :

- *Mempunyai sifat penguatan gaya sendiri*
- *murah*

Kerugian :

- *Pendinginan/pemindahan panas kurang*
- *Pengontroan bagian danfungsi remlebih rumit*
- *Perawatan lebih banyak*
- *Jika terdapat sedikit kotoran, mudah* “ *mbanting*”.

2) Rem cakram

Gambar 2.8.Rem tromol

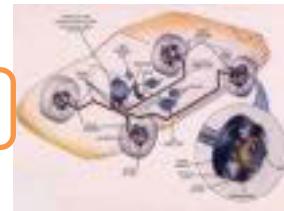
Penggunaan :

Untuk rem depan (umumnya) atau depan belakan

Keuntungan :

- *Pendnginan / pemindahan panas sangat baik*
- *Pengontrolan bagian dan fungsi rem mudah.*
- *Perawatan mudah.*

Kerugian :

- *Tidak mempunyai " penguatan gaya sendiri"*
- *Jika dipakai sebagai rem tangan,lemah"*
- *Mahal.*

2.1.3. Rangkuman :

1) Fungsi Rem : Dapat menghentikan kendaraan dengan cepat danGaya rem harus dapat diatur sesuai dengan kehendak sopir.
2) Prinsip Kerja Rem Gesek : Pada dasarnya rem gesek pada kendaraan adalah merupakan proses perubahan energi gerak (kinetik) menjadi energi panas :
   Energi kinetik (laju kendaraan) :$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$

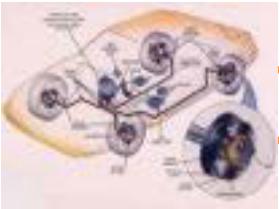
   Gaya gesek ban dengan permukaan jalan (Traksi) : $F_T = F_n \cdot \mu_{jalan}$

   Gaya gesek rem (kanvas dengan tromol/cakram) : $F_R = F_n \cdot \mu_{kanvas}$
3) Penurunan nilai "*μ"* disebut "*Fading*" diantaranya : a,Fading *temperature, b.* Fading *kecepatan, c.* Fading *lapisan*
4) Kegunaan Rem pada Kendaraan : a. Rem kaki untuk mengurangi sampai menghentikan kecepatan kendaraan. b. Rem tangan/parkiruntuk memacetkan putaran roda (parkir, dsb), Juga dapt berfungsi sebagai rem cadangan/darurat
5) Macam-macam Rem : a. Rem tromol digunakan pada*Rem depan dan atau belakang, b.* Rem cakram digunakan pada *rem depan (umumnya)dan depan belakang*

2.1.4. Tugas :

Buatlah makalah tentang penerapan prinsip gesekan untuk pengereman laju kendaraan.

2.1.5. Tes Formatif :

1) Terangkan kegunaan dan tuntutan pada sistem rem !
2) Jelaskan prinsip gesekan digunakan pada proses pengereman kendaraan !
3) Terangkan apa yang dimaksud dengan fading !
4) Jelaskan mengapa pendinginan rem tromol kurang baik dibandingkan rem cakram !

2.1.6. Lembar Jawaban Tes Formatif :

1) Kegunaan Rem pada Kendaraan : a. Rem kaki untuk mengurangi sampai menghentiklan kecepatan kendaraan. b. Rem tangan/parkir untuk memacetkan putaran roda (parkir, dsb), Juga dapat berfungsi sebagai rem cadangan/darurat
2) Prinsip Kerja Rem Gesek : Pada dasarnya rem gesek pada kendaraan adalah merupakan proses perubahan enenrgi gerak (kinetik) menjadi energi panas :
   - ✓ Energi kinetik (laju kendaraan) :$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \mathrm{v}^2$
   - ✓ Gaya gesek ban dengan permukaan jalan (Traksi) :

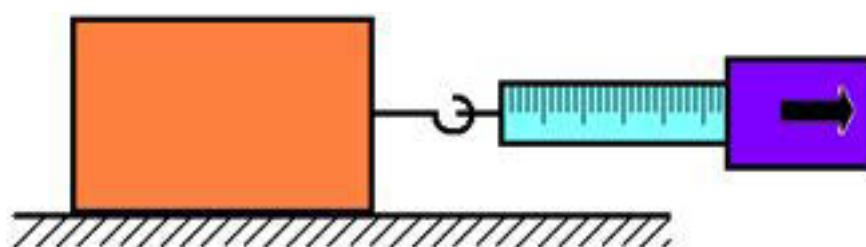
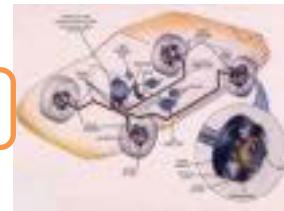
   $$F_T = F_n \cdot \mu_{jalan}$$

   - ✓ Gaya gesek rem (kanvas dengan tromol/cakram) :

   $$F_R = F_n \cdot \mu_{kanvas}$$

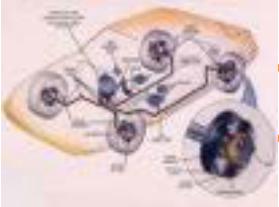
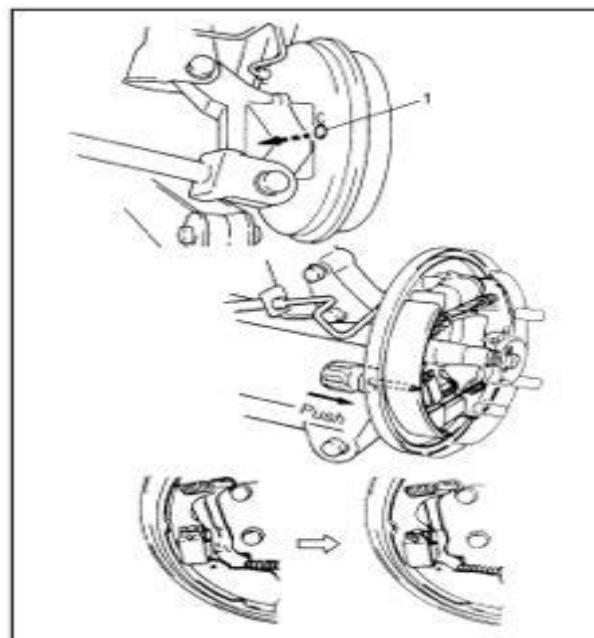
3) Penurunan nilai "*μ"* disebut "*Fading*" diantaranya : 1,Fading *temperature, 2.* Fading *kecepatan, 3.* Fading *lapisan*
4) Kontruksi pemasangan kanvas rem pada rem tromol terletak didalam ruangan tromolnya sehingga panas akibat gesekan antara kanvas rem dengan tromol terperangkap dan tidak secara langsung berhubungan dengan udara untuk melepaskan panas yang ditimbulkan.

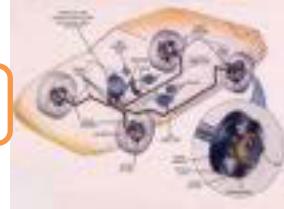
2.1.7. Lembar Kerja Siswa :

Lakukan percobaan untuk membuktikan besarnya gaya gesek dengan balok kayu ditarik dengan newton meter diatas permukaan meja/permukaan rata.

Lakukan percobaan seperti gambar diatas pada masing-masing permukaan (6 permukaan) balok tersebut dan catat hasil pengukurannya saat mulai bergerak dan selama bergerak.

Hasil pengukuran :

Berat balok (Kg)	Gesekan pada permukaan	Saat mulai bergerak (Newton)	Selama bergerak (Newton)
	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		

Dengan rumus Gaya gesek cari/hitunglah besarnya koefisien gesek pada masing-masing hasil percobaan gesekan di keenam permukaan balok tersebut, kemudian bandingkan hasil perhitungan dan dianalisis untuk membuat kesimpulan hasil percobaan.

2.2. Kegiatan Pembelajaran : Rem Tromol

Dengan mengamati gambar diatas diskusikan jawaban dari pertanyaan berikut :

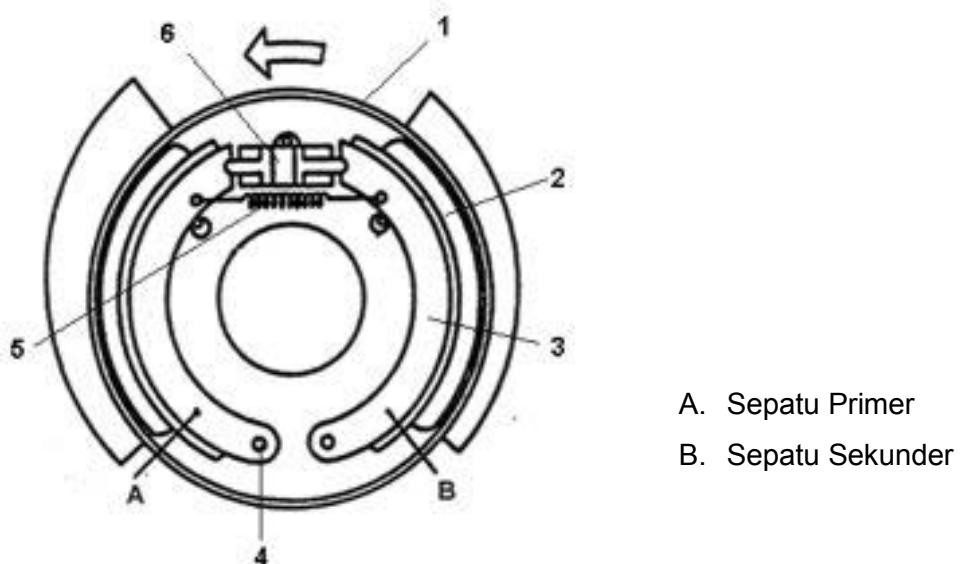
Termasuk jenis rem tromol apakah gambar tersebut dan bagaimana cara kerjanya ?

2.2.1. Tujuan Pembelajaran :

Setelah selesai proses pembelajaran siswadapat :

- ✓ Menerangkan kontruksi dan nama komponen rem tromol
- ✓ Menjelaskan cara kerja rem tromol
- ✓ Menerangkan macam-macam rem tromol dan penggunaannya

2.2.2. Uraian Materi :

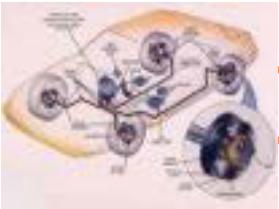
Macam-macam Rem Tromol

1. Rem tromol simplek

A. Sepatu Primer

B. Sepatu Sekunder

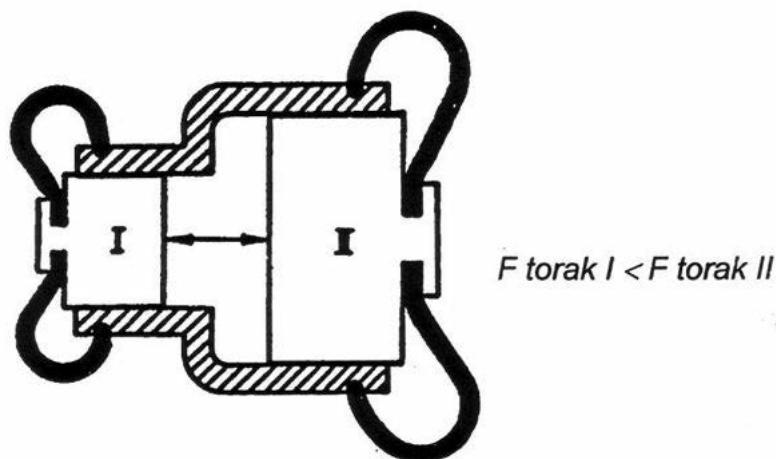
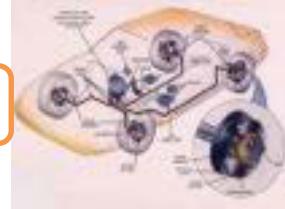
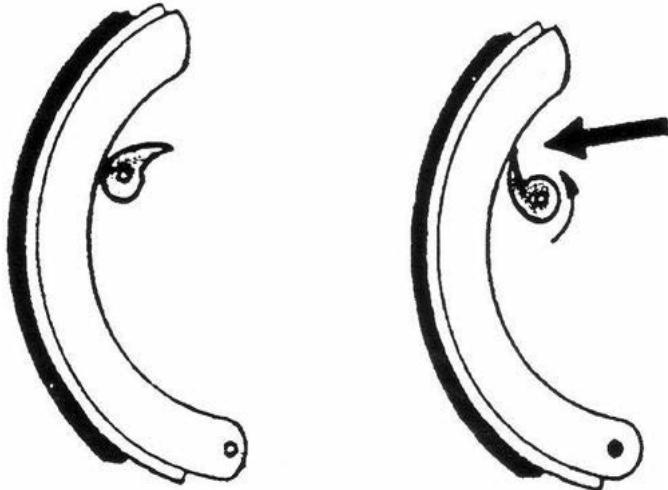
Gambar 2.9.Rem Tromol Simplek

Nama komponen :

1. Tromol
2. Kanvas rem
3. Sepatu rem
4. Anchor pin
5. Pegas pengembali
6. Silinder roda

Cara Kerja :

- Bila ada tekanan di dalam silinder roda, sepatu rem terdorong kearah luar → terjadi gesekan antara permukaan gesek tromol dengan kanvas rem
- **Gaya pengereman sepatu primer (A) > Gaya pengereman sepatu sekunder (B)**
- Jika tromol berputar mundur _ ”B” sebagai sepatu **primer** dan ”A” sebagai sepatu **sekunder**
- Gaya pengereman maju = gaya pengereman mundur
- Gaya pengerasan pada sepatu primer 2 x lebih besar dari pada sepatu sekunder

Keausan kanvas rem tromolsimplek dan cara mengatasinya :

- Pada saat kendaraan maju, gaya pengereman yang diterima sepatu primer lebih besar dibanding sepatu sekunder, sehingga keausan sepatu primer lebih banyak.
- Jadi cara mengatasinya sepatu primer dibuat
  - Lebih tebal
  - Lebih keras
- Atau kemungkinan lain silinder roda dibuat bertingkat

Gambar 2.10.Silinder roda bertingkat

Penyetelan rem tromol simplek

Gambar 2.11.Penyetel eksentrik

Sistem Eksentrik

Bila eksentrik diputar, sepatu rem menekan tromol

Keuntungan :

Waktu menyetel cepat

Kerugian :

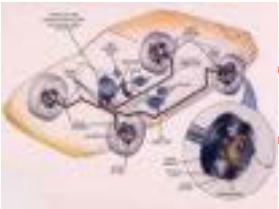
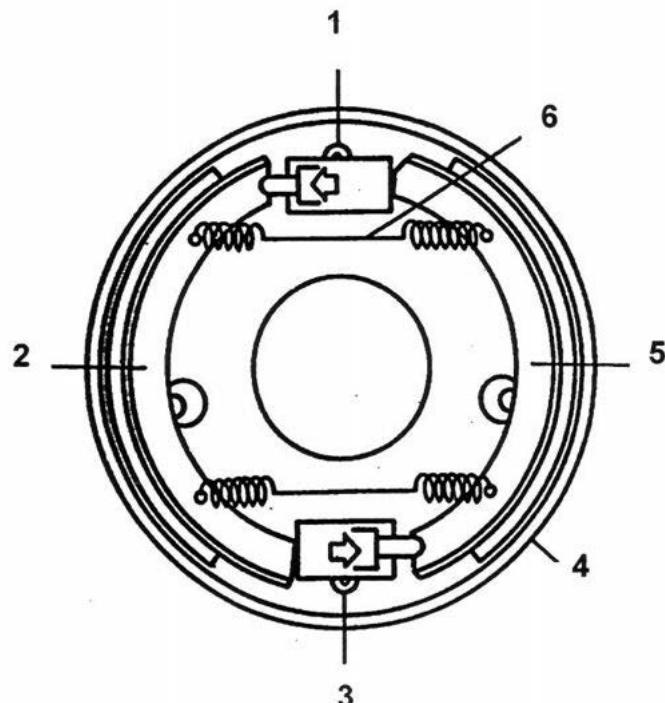
Sulit untuk mengatur gerakan penyetelan yang sedikit

Penggunaan :

- Pada aksel belakang

2. Rem Tromol Model Duplek

Rem tromol duplek dapat dibedakan menjadi dua yaitu :

a. Rem tromol duplek satu torak (Duplek)
b. Rem tromol duplek dua torak (Duo Duplek)

Rem Tromol Model Duplek Satu Torak

Gambar 2.12.Rem Tromol Duplek

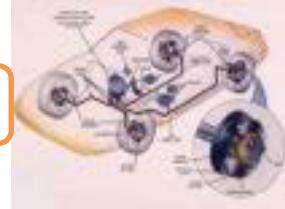
Nama komponen :

1. Silinder roda I
2. Sepatu rem I
3. Silinder roda II
4. Tromol
5. Sepatu rem II
6. Pegas

Cara kerja :

Gaya rem maju

- Kedua sepatu rem menekan tromol
- Masing-masing menjadi sepatu rem (primer) memberikan gaya pengereman sendiri.

$$Gaya\ \ pengereman\ yang\ terjadi\ \approx 3{,}5\ \times Lebih\ Besar$$

Gaya rem mundur

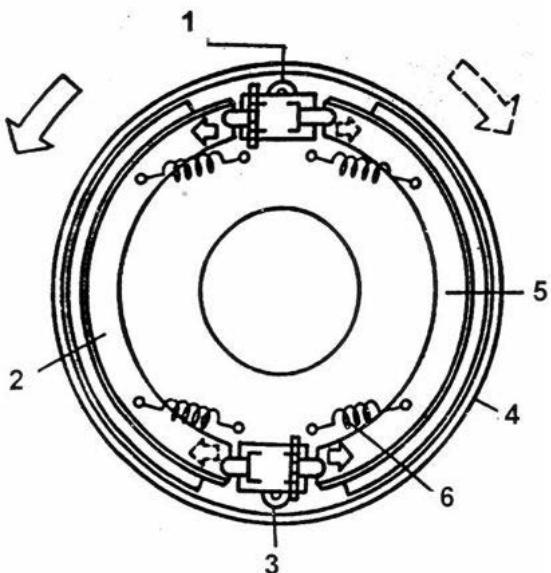
- Kedua sepatu rem ditekan terbalik putaran tromol rem
- Keduas sepatu rem (sekunder) menerima gaya pengereman kecil

Penyetelan :

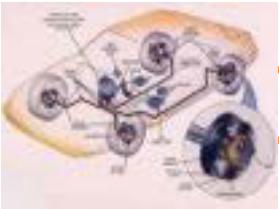
- secara manual dapat distel pada eksenter atau mur penyetel

Penggunaan :

- Pada aksel depan

Rem Tromol Duplek Duo Duplek dua Torak

Gambar 2.13.Rem Tromol Duo Duplek

Nama komponen :

1. silinder roda I
2. Sepatu rem I
3. Silinder roda II
4. Tromol
5. Sepatu rem II
6. Pegas

Cara kerja :

Gaya rem maju / mundur

- Kedua sepatu rem secara bersamaan menekan tromol
- Jadi kedua sepatu rem terjadi gaya pengereman 4x lebih besar

Gaya pengereman tromol berputar maju dan mundur sama

Konstruksi :

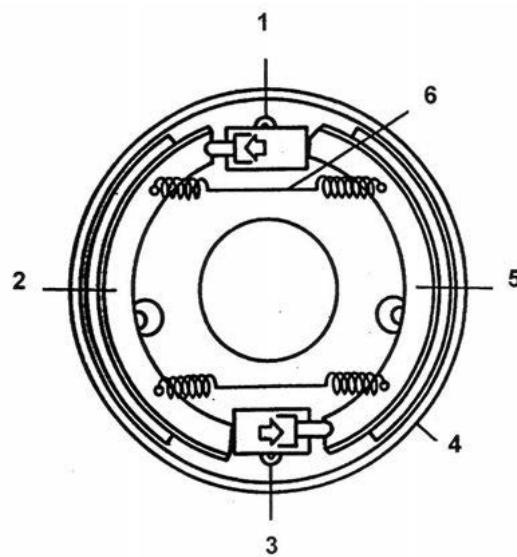
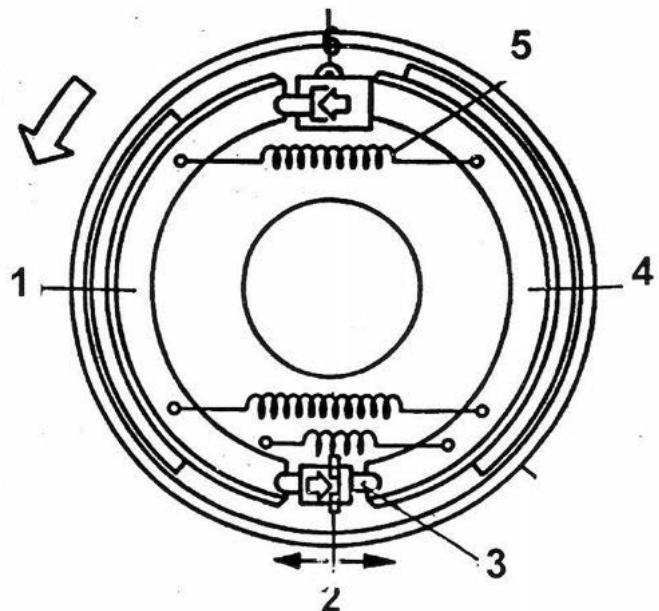
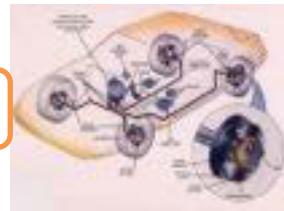
- Menggunakan dua silinder roda
- Masing-masing silinder roda didalamnya terdapat dua torak

Penyetelan rem

Dengan eksenter atau mur penyetel.

Penggunaan :

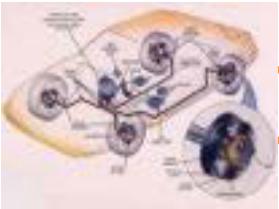
Pada aksel belakang

3. Rem Tromol Servo

Gambar 2.14.Rem Tromol Servo

Nama komponen :

1. silinder roda I
2. Sepatu rem I
3. Silinder roda II
4. Tromol
5. Sepatu rem II
6. Pegas

Konstruksi :

- Menggunakan satu silinder roda dan satu torak
- Dilengkapi baut luncur yang dapat bergerak bebas diantara ujung kedua sepatu rem
- Kanvas rem II lebih panjang

Cara kerja :

- Pada saat maju tekanan hidraulis menekan sepatu rem I ke tromol, mengakibatkan gaya reaksi untuk mendorong baut luncur ke kanan dan menekan sepatu rem II ke tromol
- Gaya bantu atau titik tumpu pada rumah silinder roda
- Pada saat mundur, kedua sepatu rem terjadi gaya pengereman yang sama saat maju

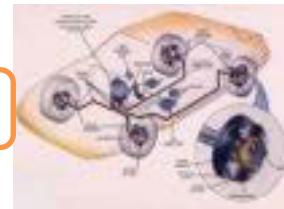
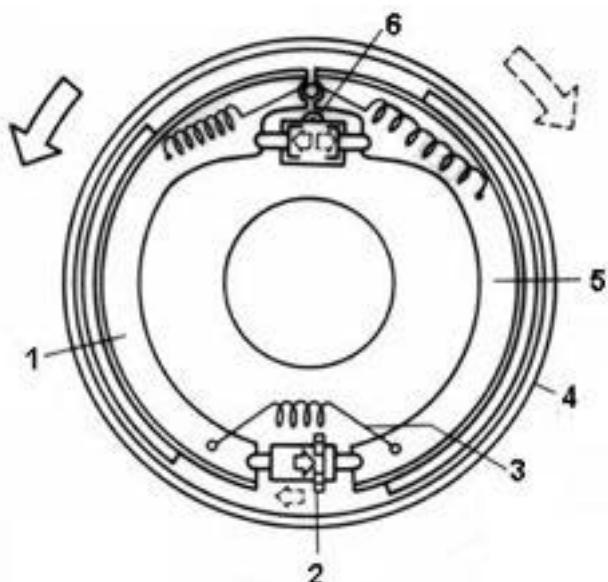
Keuntungan :

- Gaya pengereman 3x lebih besar
- Memeberikan kekuatan pengereman sendiri (self energizing effect)

Kerugian :

Kedua sepatu rem lebih cepat aus, karena gaya rem besar

Penggunaan :

Aksel belakang

Rem tromol duo servo

Gambar 2.15.Rem Tromol Duo Servo

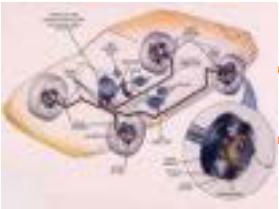
Nama komponen :

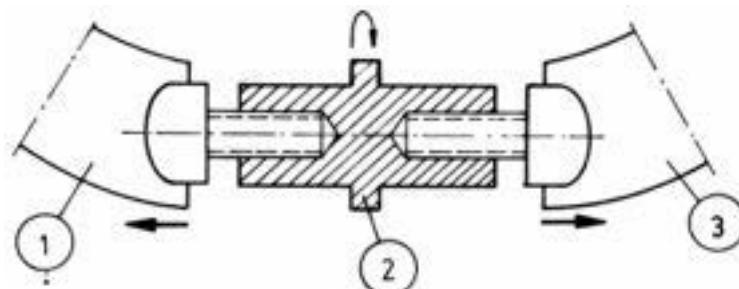
1. Sepatu rem I
2. Gigi penyetel
3. Pegas
4. Tromol
5. Sepatu rem II
6. Silinder roda (dua torak)

Cara kerja :

- Sama seperti jenis servo, tetapi untuk jenis duo servo dilengkapi dengan dua torak di dalam silinder roda.
- Sehingga besar gaya yang diterima sepatu rem pada putaran maju dan mundur adalah sama besar.
- Titik tumpu terjadi pada anchor pin di atas silinder roda

Keuntungan :

Besar gaya pengereman saat maju dan mundur sama

Penyetelan :

Pada mur di atas baut luncur

Gambar 2.16. Penyetel Rem Tromol Duo Servo

1. Sepatu rem I
2. Gigi penyetel
3. Sepatu rem II

Penggunaan :

Aksel belakang

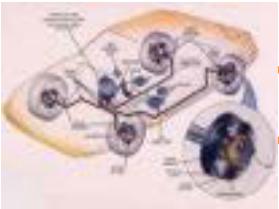
2.2.3. Rangkuman :

1) Macam-macam Rem Tromol :
   - ✓ Rem tromol simplek
   - ✓ Rem tromol duplek
   - ✓ Rem tromol servo
   - ✓ Rem tromol duo servo
2) Nama komponen rem tromol simplek :
   - ✓ Tromol
   - ✓ Kanvas rem
   - ✓ Sepatu rem
   - ✓ Anchor pin
   - ✓ Pegas pengembali
   - ✓ Silinder roda

3) Cara Kerja rem tromol simplek :
   - ✓ Bila ada tekanan di dalam silinder roda, sepatu rem terdorong kearah luar → terjadi gesekan antara permukaan gesek tromol dengan kanvas rem
   - ✓ Gaya pengereman sepatu primer (A) > Gaya pengereman sepatu sekunder (B)
   - ✓ Jika tromol berputar mundur _ ”B” sebagai sepatu primer dan ”A” sebagai sepatu sekunder
   - ✓ Gaya pengereman maju = gaya pengereman mundur
   - ✓ Gaya pengerasan pada sepatu primer 2 x lebih besar dari pada sepatu sekunder
4) Keausan kanvas rem tromolsimplek dan cara mengatasinya :
   - ✓ Pada saat kendaraan maju, gaya pengereman yang diterima sepatu primer lebih besar dibanding sepatu sekunder, sehingga keausan sepatu primer lebih banyak.
   - ✓ Jadi cara mengatasinya sepatu primer dibuat
     - o Lebih tebal
     - o Lebih keras
   - ✓ Atau kemungkinan lain silinder roda dibuat bertingkat
5) Nama komponen rem tromol duplek :
   - ✓ Silinder roda I
   - ✓ Sepatu rem I
   - ✓ Silinder roda II
   - ✓ Tromol
   - ✓ Sepatu rem II
   - ✓ Pegas
6) Cara kerja rem tromol duplek :

   Gaya rem maju

   - ✓ Kedua sepatu rem menekan tromol
   - ✓ Masing-masing ,menjadi sepatu rem (primer) memberikan gaya pengereman sendiri.

$$Gaya\ \ pengereman\ yang\ terjadi\ \approx 3{,}5 \times Lebih\ Besar$$

Gaya rem mundur

- ✓ Kedua sepatu rem ditekan terbalik putaran tromol rem
- ✓ Keduas sepatu rem (sekunder) menerima gaya pengereman kecil

7) Nama komponen rem tromol servo :
   - ✓ silinder roda I
   - ✓ Sepatu rem I
   - ✓ Silinder roda II
   - ✓ Tromol
   - ✓ Sepatu rem II
   - ✓ Pegas

8) Cara kerja rem tromol servo **:**
   - ✓ Pada saat maju tekanan hidraulis menekan sepatu rem I ke tromol, mengakibatkan gaya reaksi untuk mendorong baut luncur ke kanan dan menekan sepatu rem II ke tromol
   - ✓ Gaya bantu atau titik tumpu pada rumah silinder roda
   - ✓ Pada saat mundur, kedua sepatu rem terjadi gaya pengereman yang sama saat maju

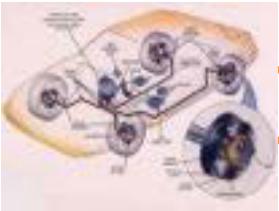
2.2.4. Tugas :

Lakukan identifikasi konstruksi jenis-jenis rem tromol dan sebutkan komponen serta cara kerjanya !

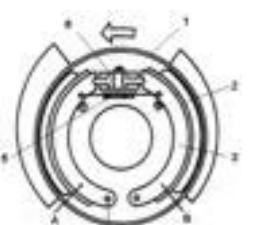
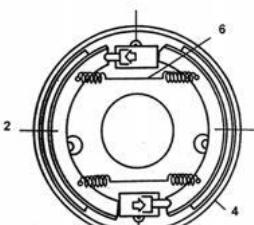
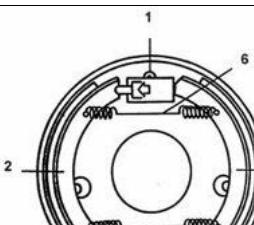
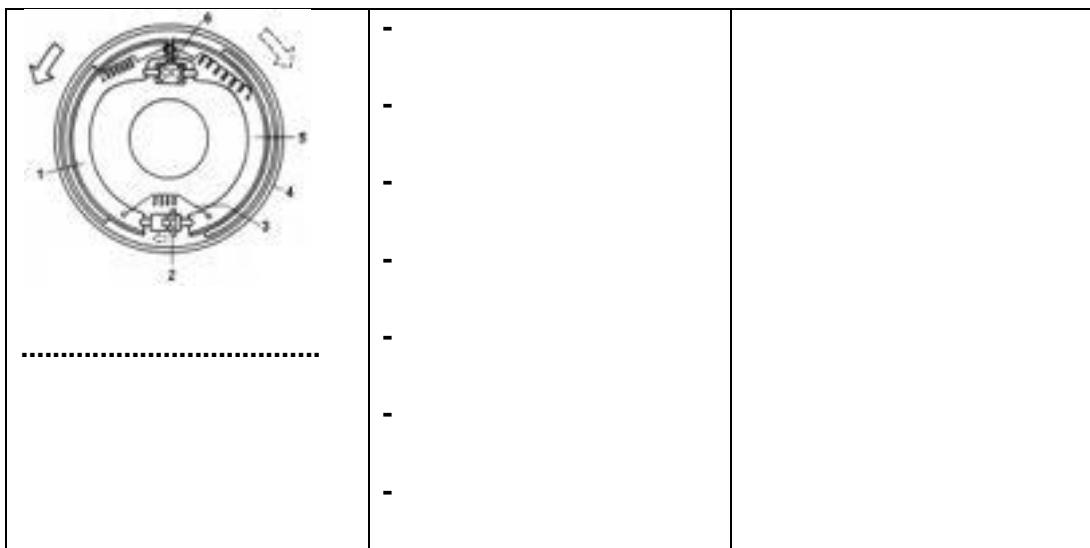
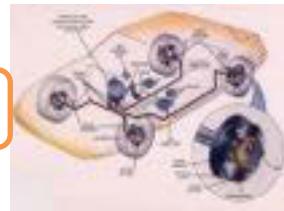
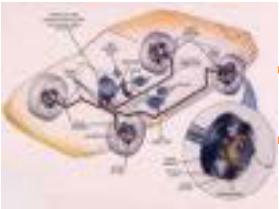
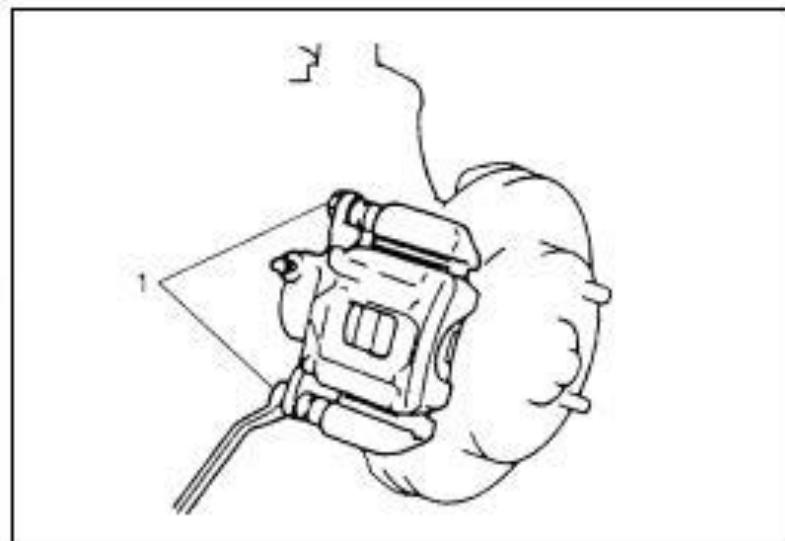
2.2.5. Tes Formatif :

1) Sebutkan konstruksi macam-macam rem tromol !
2) Sebutkan komponen/bagian-bagian rem tromol simplek !
3) Jelaskan cara kerja rem tromol simplek !
4) Jelaskan cara mengatasi keausan sepatu primer pada rem tromol simplek !
5) Jelaskan cara kerja rem tromol servo !

2.2.6. Lembar Jawaban Tes Formatif :

1) Macam-macam Rem Tromol :
   - ✓ Rem tromol simplek
   - ✓ Rem tromol duplek
   - ✓ Rem tromol servo
   - ✓ Rem tromol duo servo
2) Nama komponen rem tromol simplek :
   - ✓ Tromol
   - ✓ Kanvas rem
   - ✓ Sepatu rem
   - ✓ Anchor pin
   - ✓ Pegas pengembali
   - ✓ Silinder roda
3) Cara Kerja rem tromol simplek :
   - ✓ Bila ada tekanan di dalam silinder roda, sepatu rem terdorong kearah luar → terjadi gesekan antara permukaan gesek tromol dengan kanvas rem
   - ✓ Gaya pengereman sepatu primer (A) > Gaya pengereman sepatu sekunder (B)
   - ✓ Jika tromol berputar mundur _ ”B” sebagai sepatu primer dan ”A” sebagai sepatu sekunder
   - ✓ Gaya pengereman maju = gaya pengereman mundur
   - ✓ Gaya pengerasan pada sepatu primer 2 x lebih besar dari pada sepatu sekunder
4) Cara mengatasinya keausan sepatu primer pada rem tromol simplek.
   a. Lebih tebal
   b. Lebih keras
5) Cara kerja rem tromol servo **:**
   - ✓ Pada saat maju tekanan hidraulis menekan sepatu rem I ke tromol, mengakibatkan gaya reaksi untuk mendorong baut luncur ke kanan dan menekan sepatu rem II ke tromol
   - ✓ Gaya bantu atau titik tumpu pada rumah silinder roda
   - ✓ Pada saat mundur, kedua sepatu rem terjadi gaya pengereman yang sama saat maju

2.2.7. Lembar Kerja Siswa :

Konstruksi Rem	Komponen	Cara kerja
....	- - - - - - -	
....	- - - - - - -	
....	- - - - - -	

....	- - - - - - -	

2.3. Kegiatan Pembelajaran : Rem Cakram

Dengan mengamati gambar diatas diskusikan jawaban dari pertanyaan berikut :

Termasuk jenis rem cakram apakah gambar tersebut dan bagaimana cara kerjanya ?

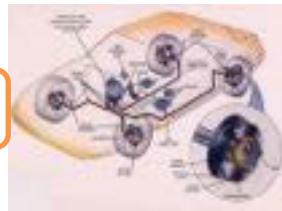
____

____

____

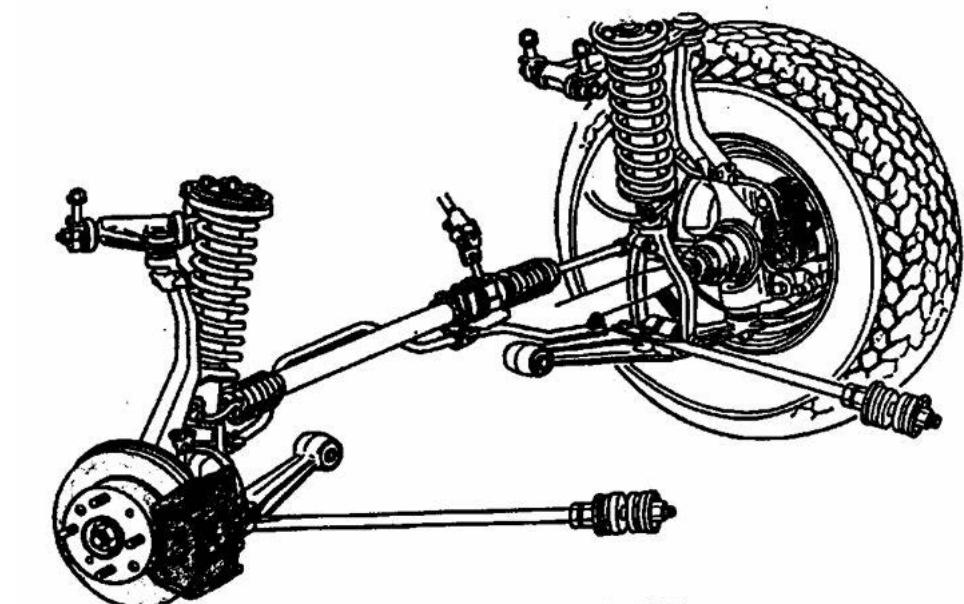
____

____

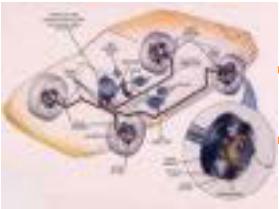
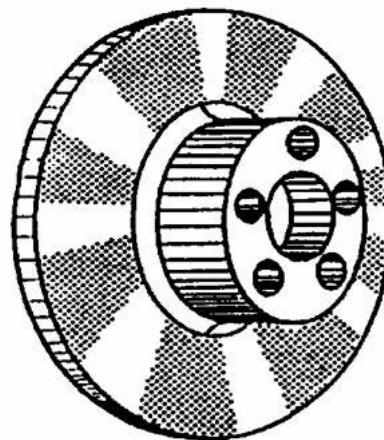
____

2.3.1. Tujuan Pembelajaran :

Setelah selesai proses pembelajaran siswa dapat :

- ✓ Menerangkan kontruksi dan nama komponen rem cakram
- ✓ Menjelaskan cara kerja rem cakram
- ✓ Menerangkan macam-macam rem cakram dan penggunaannya

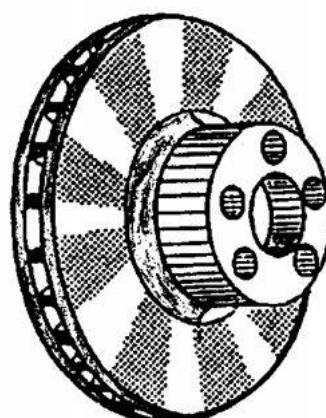
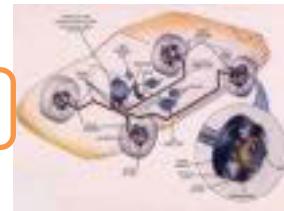
2.3.2. Uraian Materi :

Gambar 2.17.Rem Cakram

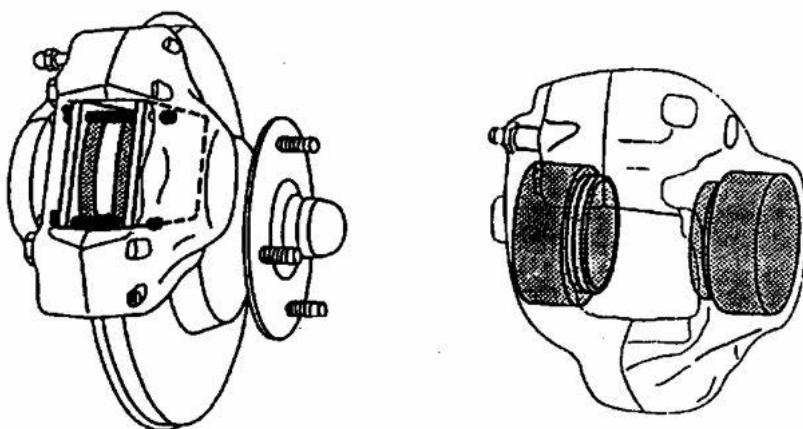
Gaya gesek didapatkan dari gesekan antara cakram (piringan) dengan pad (balok rem)

- ✓ Piringan cakram → berputar bersama–sama roda
- ✓ Kaliper dan pad → terpasang pada aksel

Macam–Macam Piringan Cakram

Cakram penuh

Gambar 2.18. Piringan Cakram Pejal

- ✓ Digunakan untuk mobil
  - ⇒ Ukuran sedang
  - ⇒ Kecepatan menengah
- ✓ Pendinginan cukup
- ✓ Harga Murah

Cakram dengan rusuk pendingin

Gambar 2.19. Piringan Cakram Rusuk pendingin

- ✓ Digunakan untuk mobil
  - ⇒ Ukuran berat
  - ⇒ Kecepatan tinggi
- ✓ Pendinginan lebih baik
- ✓ Harganya Mahal

Macam–Macam Kaliper

Kaliper tetap

Gambar 2.20. Rem Cakram Kaliper tetap

- ✓ Kaliper terpasang mati pada aksel
- ✓ Masing – masing sisi kaliper terdapat torak
- ✓ Pad dipasang pada kaliper dengan dua buah pin

Cara kerja :

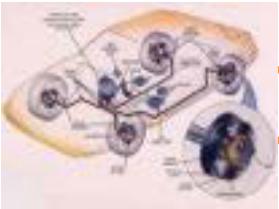
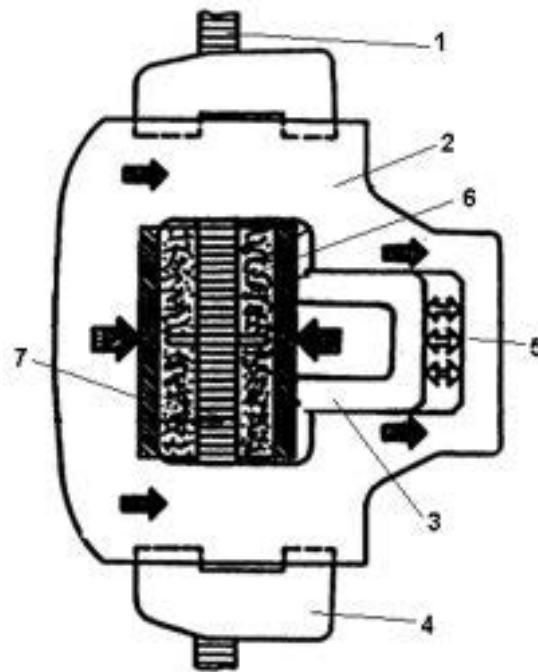
Pedal rem diinjak

Tekanan cairan rem mendorong torak ke *balok rem* dan *mencepit cakram*

Pedal rem dilepas

Dua torak dikembalikan pada posisi semula oleh sil secara otomatis

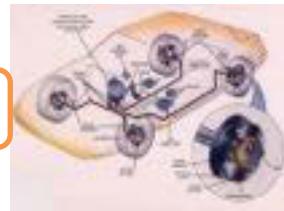
Digunakan :

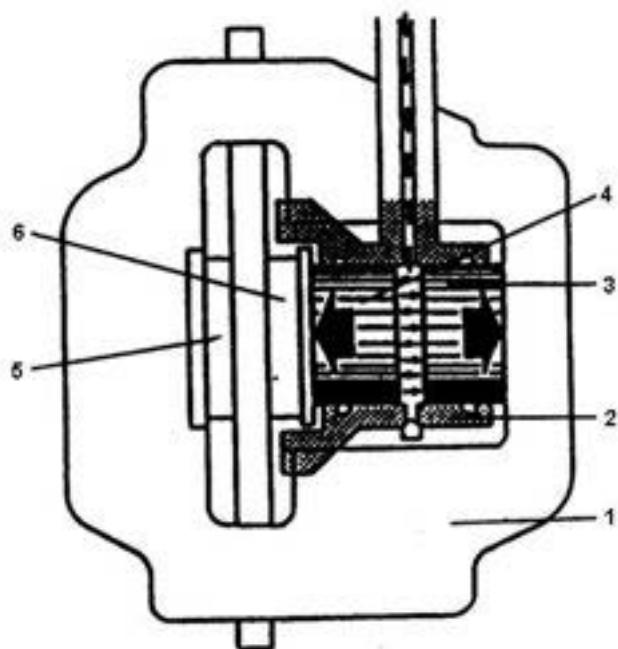
Konstruksi sederhana dan murah tidak sering digunakan lagi

Kaliper Luncur Satu Torak

Gambar 2.21.Kaliper Luncur satu Torak

Nama komponen :

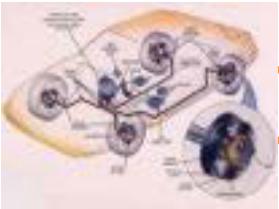
1. Piringan cakram
2. Kaliper luncur
3. Silinder kaliper
4. Torak kaliper
5. Unit rangkakaliper
6. Balok rem 1
7. Balok rem 2

Cara kerja :

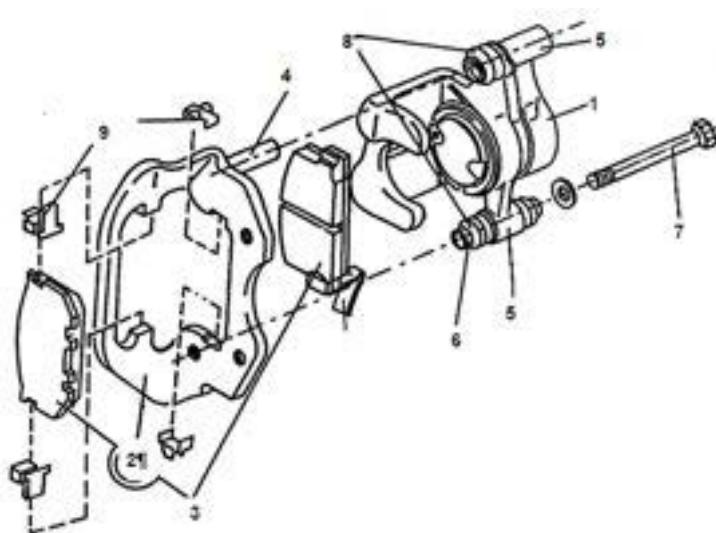
- Tekanan cairan rem dalam silinder menekan torak dan dasar*silinder*
- Torak bergerak *ke kiri* mendorong *balok rem 1* sampai kanvas menempel pada *permukaan gesek* cakram

- Untuk selanjutnya tekanan hidraulis disamping menekan torak juga menekan *dasar silinder*⇒ unit silinder bergerak *ke kanan* mendorong *balok rem 2* dengan arah *berlawanan*dengan *balok rem 2*
- Balok rem 1 didorong ke kiri *oleh torak* dan balok rem rem 2 didorong kekanan *oleh unit silinder*, ke arah permukaan gesek cakram
- Gerakan kedua balok rem dengan arah berlawanan selanjutnya menjepit *permukaan gesek cakram* cakram → terjadi pengereman

KaliperLuncur Dua Torak

Gambar 2.22.Kaliper Luncur dua Torak

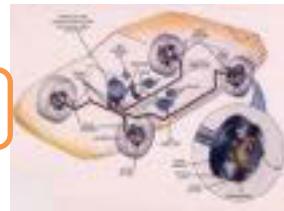
Nama komponen :

1. Kaliper luncur
2. Unit rangka dan silinder kaliper
3. Torak caliper 1
4. Torak caliper 2
5. Balok rem 1
6. Balok rem 2

Cara kerja :

- Tekanan cairan rem dalam silinder menekan *torak 1* dan *torak 2*
- Torak I bergerak *ke kiri*mendorong *balok rem* kearah permukaan gesek cakram
- Torak II bergerak *ke kanan* mendorong *unit rangka luncur*⇒*balok rem 2* terdesak ke arah permukaan gesek cakram pada sisi yang lainnya
- Balok rem 1 di dorong ke kiri oleh *torak 1* dan *balok rem 2* di dorong ke kanan oleh *unit rangka luncur* kearah permukaan gesek cakram
- Gerakan ke dua balok dengan arah yang berlawanan selanjutnya menjepit *permukaan gesek* cakram ⇒ terjadi pengereman

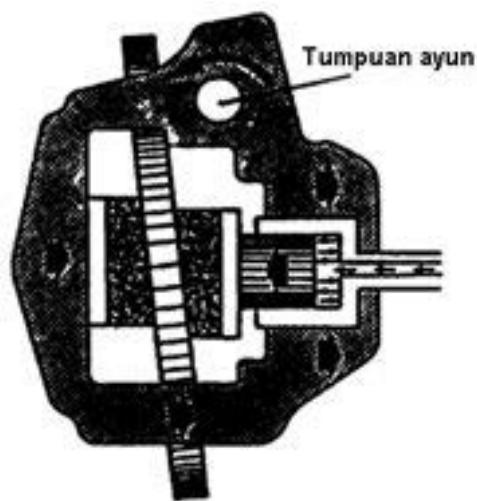
Komponen Rem Cakram Jenis Kaliper Luncur (Contoh : TOYOTA)

Gambar 2.23.Kaliper Luncur Toyota

Nama komponen :

1. Kaliper luncur
2. Rangka tetap
3. Balok rem
4. Batang pengantar
5. Bushing
6. Tabung pengantar
7. Baut pengantar
8. Karet pelindung kotoran
9. Klip

Keterangan :

- ✓ Konstruksi paling modern dan mudah memperbaikinya
- ✓ Mudah sekali untuk mengganti kanvas rem

Kaliper Berayun

Pengertian : Kaliper berputar pada *pusat putar* secara berayun bila terjadi tekanan *cairan rem*

Gambar 2.24.Kaliper Ayun

Konstruksi :

- ✓ Unit kaliper terpasang menjadi satu dengan rangka
- ✓ Unit kaliper terpasang pada pusat putar
- ✓ Letak kedua balok rem tidak segaris dengan sumbu torak

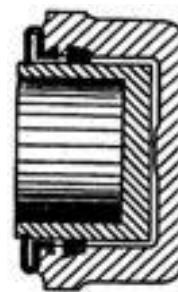
Cara kerja :

- ➢ Tekanan cairan rem menekan *torak* dan *unit silinder*
- ➢ **Torak bergerak ke kiri mendorong *balok rem 1*ke arah permukaan gesek** cakram

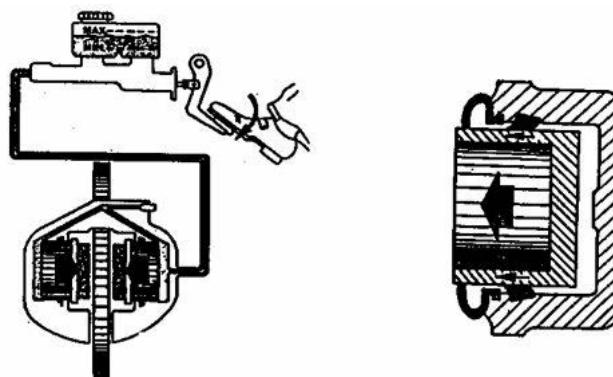
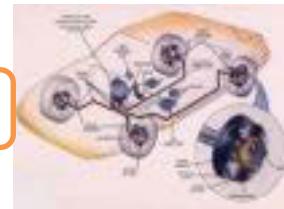
- Selanjutnya tekanan cairan rem juga mendesak *dasar silinder* ⇒ unit kaliper bergerak mengayun mendorong balok rem 2 kekanan, ke arah permukaan gesek cakram
- Gerakan kedua balok rem dengan arah berlawanan kedua *permukaan* gesek cakram ⇒ cakram *terjepit* ⇒ terjadi pengereman

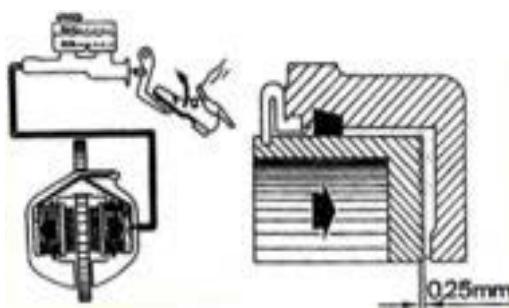
Penyetelan Rem Cakram

Penyetelan rem cakram terjadi secara otomatis

Keadaan netral (pedal rem tidak tertekan)

Gambar 2.25.Sil Torak kaliper netral

- Tidak ada tekanan cairan rem
- Torak tidak bergerak
- Sil diam pada posisinya

Saat pengereman (pedal rem ditekan)

Gambar 2.25.Sil Torak kaliper bertekanan

- Tekanan cairan rem mendorong torak keluar silinder
- Bibir sil yang bergerak dengan torak *tertarik*mengikuti gerakan torak hingga penumpang sil *bengkok*(kebengkokan penampang sil terbatas)
- Jika celah kanvas terhadap cakram *cukup besar*⇒ gerakan torak *melebihi* kemampuan bengkok penampang sil ⇒ torak *slip* tehadap sil

Saat Pelepasan (Pedal Rem Dilepas)

Gambar 2.26.Sil Torak kaliper lepas injakan

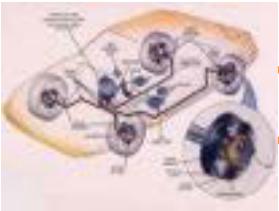
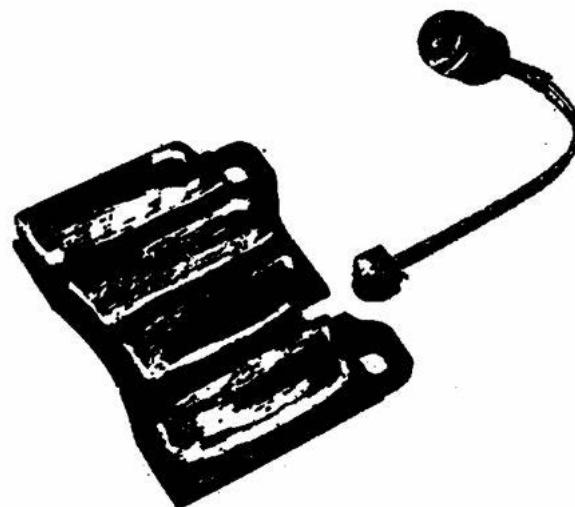
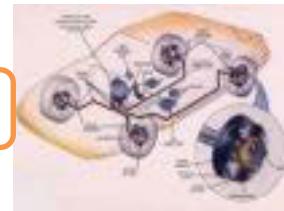
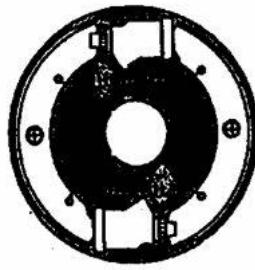
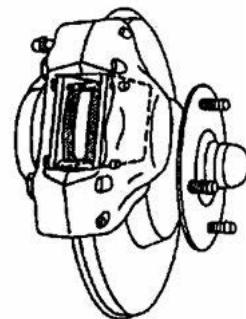
- Tekanan cairan rem *hilang*
- Sil menarik torak *kembali* pada posisi tidak mengerem
- Jalannya piston : 0,15 – 0,25 mm

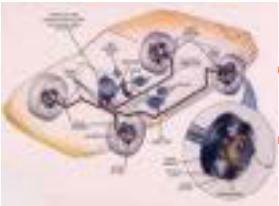
Keterangan :

Penyetelan otomatis hanya berfungsi dengan baik apabila :

- Kelonjongan cakram tidak lebih *0,1 mm*
- Gerakan torak dalam silinder *tidak terganggu*
- Pada kaliper luncur gerakan luncur harus berfungsi baik

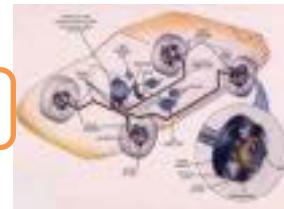
Pad (Balok Rem)

- Balok rem tanpa penunjuk keausan

- Pad dengan penunjuk keausan secara elektrik

Perbandingan Antara Rem Cakram Dan Rem Tromol

Rem Tromol **Rem Cakram**

Sifat	Rem Tromol	Rem Cakram
• Gaya kerja	+ Memberikan kekuatan sendiri	Tidak memberi kekuatan sendiri
• Pendinginan	- Kurang	Baik
• Temperatur kerja	* Rendah	Tinggi
• Keausan kanvas	+ Sedikit	Banyak
• Cara menyetel	- Manual / setengah otomatis	Otomatis
• Waktu yang diperlukan servis	- Lama	Cepat
• Tempat yang perlu dan berat	* Lebih	Kurang

- ✓ Pada rem cakram diperlukan gaya hidraulis lebih tinggi untuk mendapatkan tekanan rem yang sama besarnya, rem cakram menjadi lebih panas (± 600^{0}C)
- ✓ Karena pendinginan rem cakram baik, maka tidak ada fading
- ✓ Fading sering terjadi pada rem tromol kalau panas
  - ⇒ Faktor μ dari kanvas rem menjadi kecil
  - ⇒ Gaya rem kecil

2.3.3. Rangkuman :

1) Kontruksi rem cakram terdiri dari :
   - ✓ Piringan cakram → berputar bersama–sama roda
   - ✓ Kaliper dan pad → terpasang pada aksel
2) Macam-macam piringan cakram :
   - ✓ Cakram penuh
   - ✓ Cakram dengan rusuk pendingin
3) Macam-macam kaliper :
   - ✓ Kaliper tetap
   - ✓ Kaliper luncur satu torak
   - ✓ Kaliper luncur dua torak
   - ✓ Kaliper berayun
4) Cara kerja kaliper luncur satu torak :
   - ✓ Tekanan cairan rem dalam silinder menekan torak dan dasar silinder
   - ✓ Torak bergerak ke kiri mendorong balok rem 1 sampai kanvas menempel pada permukaan gesek cakram
   - ✓ Untuk selanjutnya tekanan hidraulis disamping menekan torak juga menekan dasar silinder⇒ unit silinder bergerak ke kanan mendorong balok rem 2 dengan arah berlawanandengan balok rem 2
5) Jenis-jenis pad/balok rem :
   - ✓ Pad tanpa penunjuk keausan
   - ✓ Pad dengan penunjuk keausan elektrik

2.3.4. Tugas :

Lakukan pengamatan pada kendaraan dengan sistem rem cakram, kemudian diskusikan komponen dan cara kerjanya !

2.3.5. Tes Formatif :

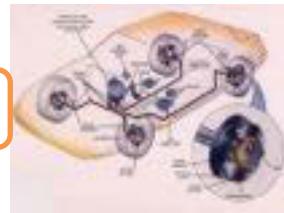
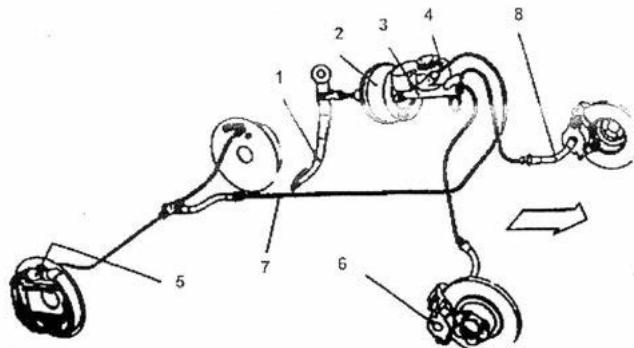
1) Sebutkan konstruksi rem cakram !
2) Sebutkan jenis-jenis piringan cakram !
3) Sebutkan jenis-jenis kaliper !
4) Jelaskan cara kerja kaliper satu torak !
5) Sebutkan macam-macam pad !

2.3.6. Lembar Jawaban Tes Formatif :

1) Kontruksi rem cakram terdiri dari :
   - ✓ Piringan cakram → berputar bersama–sama roda
   - ✓ Kaliper dan pad → terpasang pada aksel
2) Macam-macam piringan cakram :
   - ✓ Cakram penuh
   - ✓ Cakram dengan rusuk pendingin
3) Macam-macam kaliper :
   - ✓ Kaliper tetap
   - ✓ Kaliper luncur satu torak
   - ✓ Kaliper luncur dua torak
   - ✓ Kaliper berayun
4) Cara kerja kaliper luncur satu torak :
   - ✓ Tekanan cairan rem dalam silinder menekan torak dan dasar *silinder*
   - ✓ Torak bergerak *ke kiri* mendorong *balok rem 1* sampai kanvas menempel pada *permukaan gesek* cakram
   - ✓ Untuk selanjutnya tekanan hidraulis disamping menekan torak juga menekan *dasar silinder* ⇒ unit silinder bergerak *ke kanan* mendorong *balok rem 2* dengan arah *berlawanan*dengan *balok rem 2*
5) Jenis-jenis pad/balok rem :
   - ✓ Pad tanpa penunjuk keausan
   - ✓ Pad dengan penunjuk keausan elektrik

2.3.7. Lembar Kerja Siswa :

Catatan hasil pengamatan :

Komponen rem cakram	Cara kerja rem cakram
- - - - - - - -	

2.4. Kegiatan Pembelajaran : Hidraulik Rem dan Boster

Dengan mengamati Gambar diatas diskusikan jawaban dari pertanyaan berikut ini :

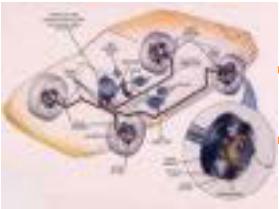
Apa fungsi komponen no. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8 secara keseluruhan jelaskan ?

____

____

____

____

____

2.4.1. Tujuan Pembelajaran :

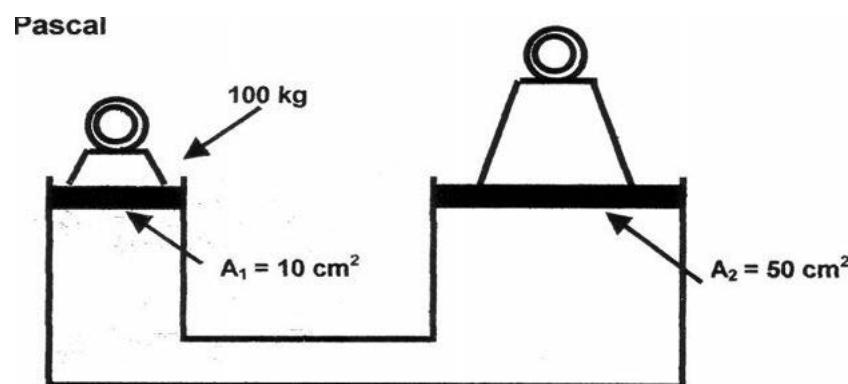
Setelah selesai proses pembelajaran siswadapat :

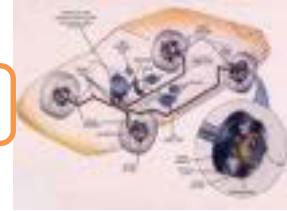
- ✓ Menerangkan nama komponen dan fungsi system hidraulis rem
- ✓ Menjelaskan macam-macam hubungan sirkuit hidraulik rem
- ✓ Menjelaskan komponen dan cara kerja silinder master
- ✓ Menjelaskan komponen dan cara kerja silinder roda
- ✓ Menerangkan jenis, sifat dan penggunaan cairan rem
- ✓ Menjelaskan fungsi, komponen dan cara kerja boster rem

2.4.2. Uraian Materi :

Prinsip dasar dari hidraulik rem :

- ✓ Menggunaan fluida (cairan rem) untuk memindahkan gaya dan gerak
- ✓ Fluida mempunyai sifat tidak dapat dimampatkan, sehingga sangat baik untuk maksud tersebut
- ✓ Hidraulik rem bekerja berdasarkan prinsip Hukum Pascal

Hukum Pascal

Gambar 2.30.Hukum Pascal

Tekanan pada salah satu bagian fluida akan diteruskan ke segala arah dan sama besarnya

$$P = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Dimana :

P	$= Tekanan$	kg/cm^2
$A_{1,2}$	$= Luas\ penampang$	cm^2
$F_{1,2}$	$= Gaya\ yang\ bekerja$	kg

Contoh :

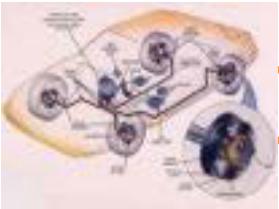
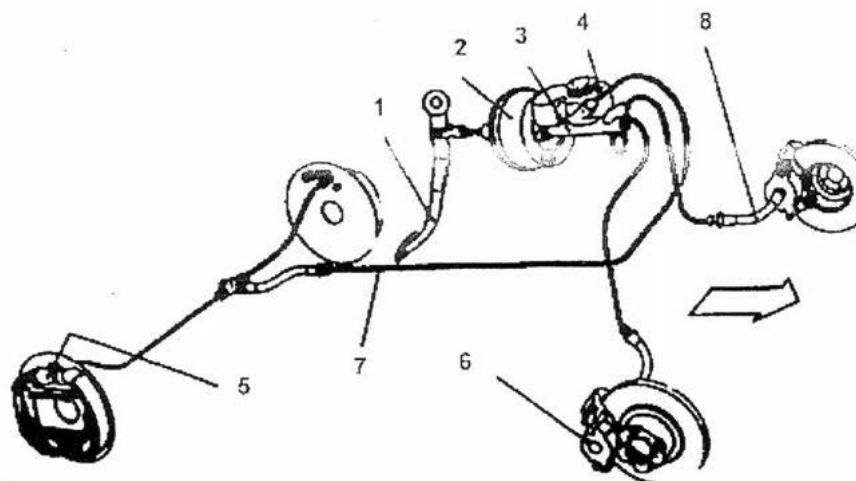
A_1= 10 cm^{2,} F_1= 100 kg, A_2= 50 cm^2

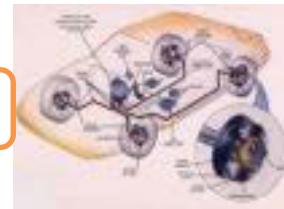
Berapa gaya yang bekerja pada A_2

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

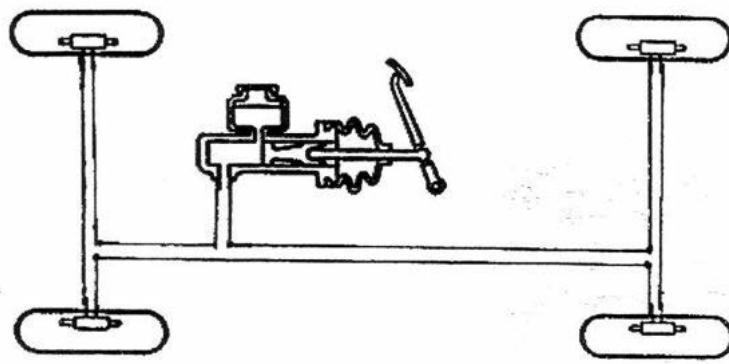
$$F_2 = F_1 \cdot \frac{A_2}{A_1}$$

$$F_2 = 100 \cdot \frac{50}{10}$$

$$F_2 = 100 \cdot 5 = 500\ kg$$

Nama dan Fungsi Bagian-bagian Sistem Hidraulik Rem

Gambar 2.31.Bagian-bagian sistem rem hidraulik

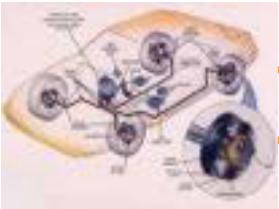
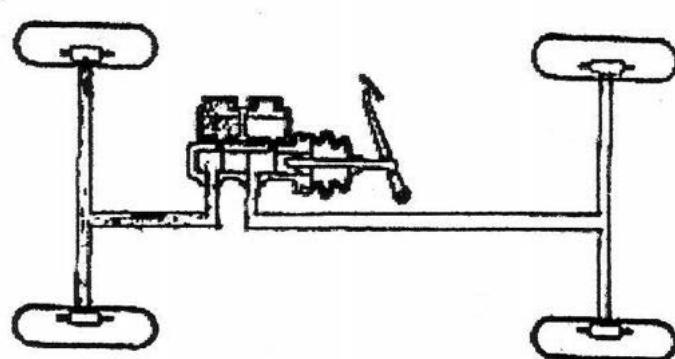
1.	Pedal rem	:	Menekan cairan rem ke dalam silinder master
2.	Penguat tenaga rem	:	Memeperkuat gaya tekan pedal rem
3.	Silinder master	:	Membangkitkan tkanan cairan rem di dalam sistem hidraulik
4.	Reservoir	:	Tempat persediaan cairan rem
5/6	Silinder roda dan kaliper rem	:	Menerima tekanan hidraulik dari master rem untuk mendorong torak → sepatu rem
7/8	Pipa rem dan slang fleksible	:	Sebagai saluran cairan rem

Hubungan Sirkuit Hidraulik Rem :

- ✓ Sistem satu sirkit
- ✓ Sistem dua sirkit pembagian aksial
- ✓ Sistem dua sirkit pembagian diagonal

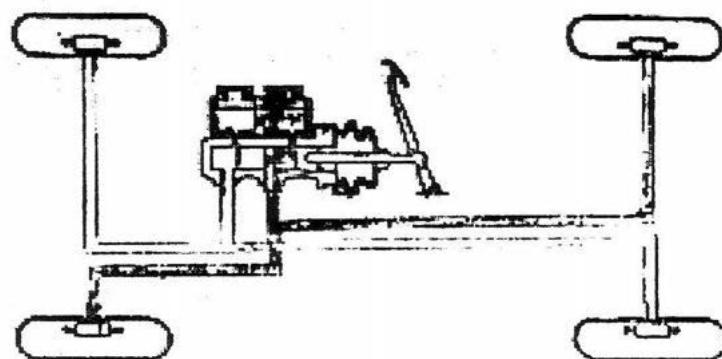
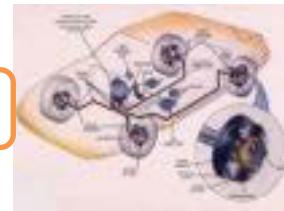
Sistem satu sirkuit

Gambar 2.32.Hidraulik rem satu sirkuit

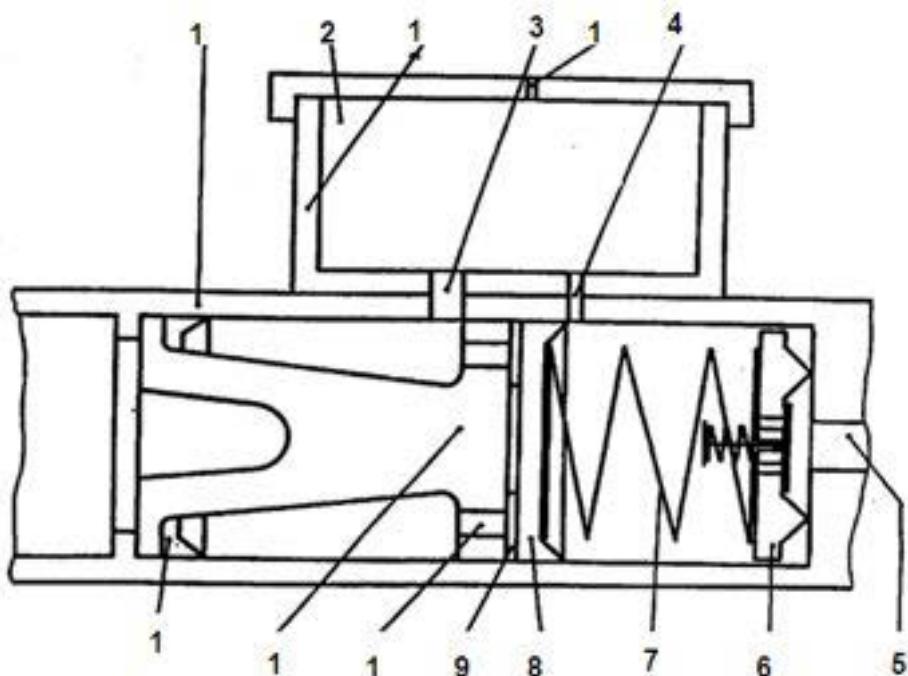
- ✓ Tekanan cairan dari silinder master yang diteruskan ke masing – masing silinder roda hanya menggunakan satu saluran semua roda.
- ✓ Kalau terjadi kebocoran roda, semua sistem rem hidraulik tidak berfungsi lagi
- ✓ Sistem ini dilarang di beberapa negara karena kurang begitu aman

Sistem Dua Sirkit

- ✓ Pada sistem dua sirkit tekanan cairan rem dari silinder master ke silinder roda melalui dua saluran secara terpisah
- ✓ Perlu silinder master tandem (pada dua piston)
- ✓ Bila satu pipa rem bocor, masih ada setengah gaya rem

Pembagian Aksial :

Gambar 2.33.Hidraulik rem dua sirkuit aksial

- ✓ Aksel depan dan aksel belakang terdapat sirkit sendiri – sendiri
- ✓ Bila ada rem cakram pada aksel depan rem tromol belakang, sederhana untuk mengatur tekanan
- ✓ Digunakan pada mobil penggerak belakang / depan

Pembagian Diagonal

Gambar 2.34.Hidraulik rem dua sirkuit diagonal

- ✓ Digunakan pada mobil penggerak depan / motor depan, karena tenaga pengaman yang dibutuhkan terdapat di atas aksel depan
- ✓ Bila satu sirkit rusak roda depan dan belakang masih mampu memberikan pengereman yang stabil

Konstruksi Dan Nama – Nama Bagian – Bagian Silinder Master :

Gambar 2.35.Bagian-bagian silinder master

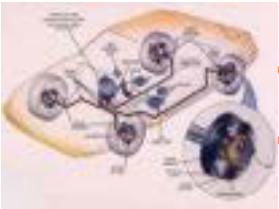
Bagian – bagian

1.	Silinder	8.	Sil karet primer
2.	Cairan rem	9.	Cincin pelindung
3.	Lubang penambahan	10.	Lubang pengisian
4.	Lubang kompensasi	11.	Torak
5.	Saluran ke silinder roda	12.	Sil karet sekunder
6.	Katup	13.	Reservoir
7.	Pegas katup	14.	Lubang ventilasi

Mengapa lubang komposisi dibuat lebih kecil dari lubang penambahan ?

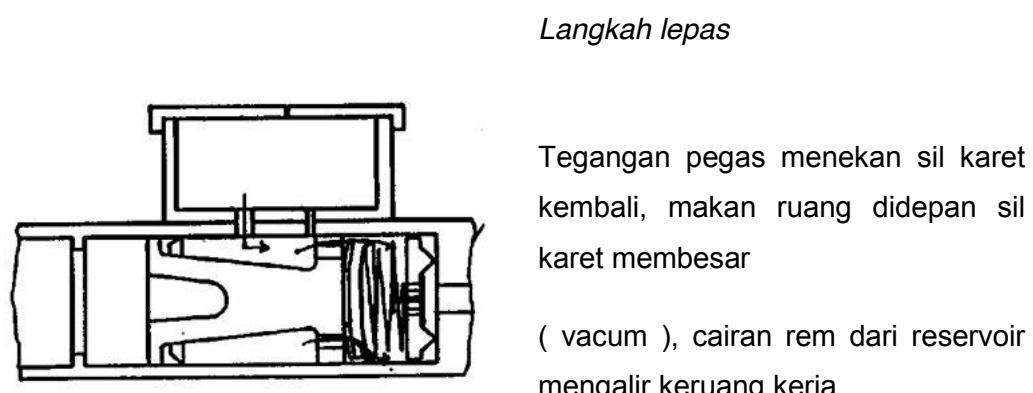
Cara Kerja Master Silinder

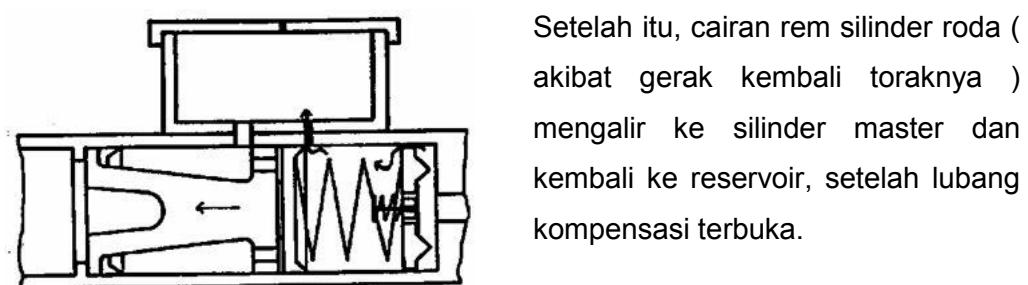
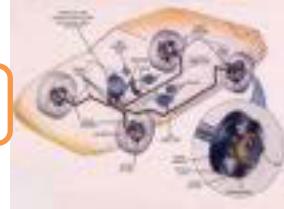
Langkah tekan

Tekanan cairan rem terbentuk, setelah sil karet melewati lubang kompensasi

Gambar 2.36.Cara kerja master silinder saat tekan

Langkah lepas

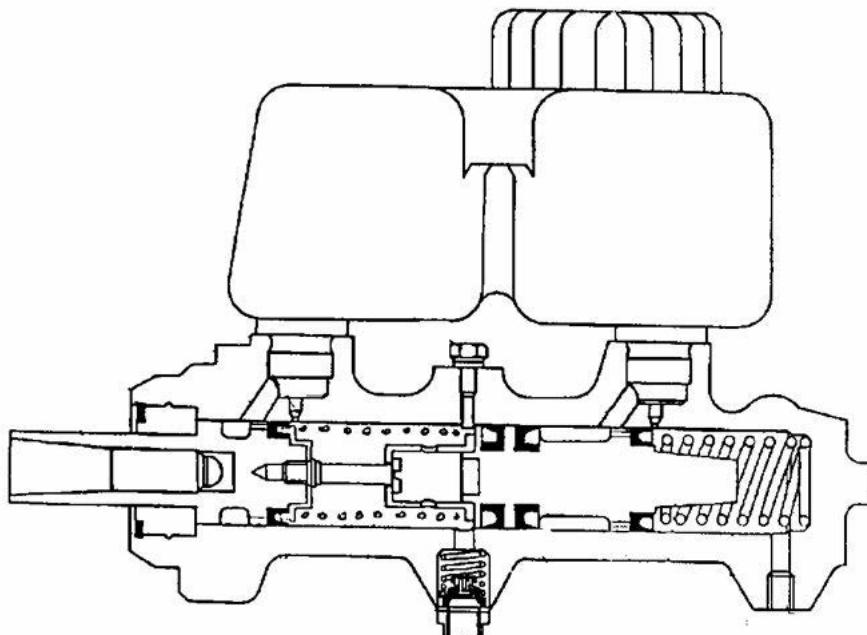
Tegangan pegas menekan sil karet kembali, makan ruang didepan sil karet membesar

(vacum), cairan rem dari reservoir mengalir keruang kerja

Gambar 2.37.Cara kerja master silinder saat lepas

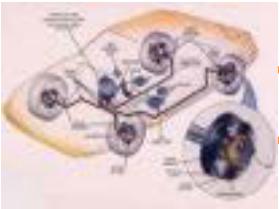
Setelah itu, cairan rem silinder roda (akibat gerak kembali toraknya) mengalir ke silinder master dan kembali ke reservoir, setelah lubang kompensasi terbuka.

Gambar 2.38.Cara kerja master silinder saat kembali

Macam – Macam Silinder Master :

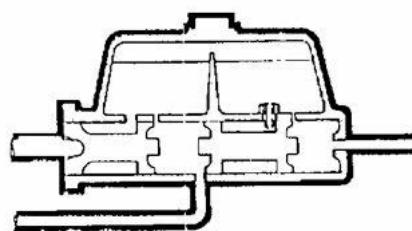
Ada 3 macam silinder master :

- Silinder master satu torak
- Silinder master dua torak (jenis tandem)
- Silinder master port less

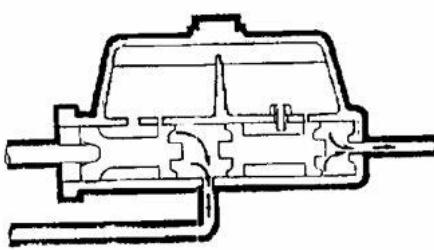
Silinder master dua torak (tandem)

Gambar 2.39.Silinder master dua torak (tandem)

Nama komponen :

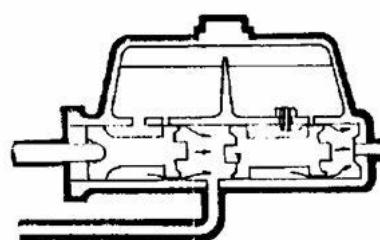
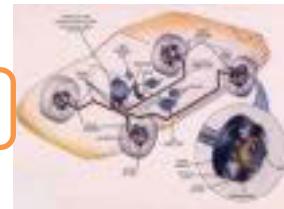
1. Rumah batang pendorong (torak I)
2. Cincin pengunci
3. Lubang penambah
4. Lubang kompensasi
5. Baut pembatas
6. Lubang ventilasi
7. Sil karet primer
8. Pegas
9. Pentil dasar
10. Sil karet sekunder
11. Sil karet sekunder
12. Torak II
13. Pegas
14. Saluran rem untie sistem aksial

Cara Kerja Master Silinder Jenis Tandem

Keadaan normal

- Sil primer torak I dan II berada di antara lubang kompensasi dengan lubang penambahan
- Lubang penambahan dan kompensasi selalu berhubungan dengan reservoir

Gambar 2.40.Cara kerja silinder master tandem saat normal

Saat pedal rem ditekan

- Torak I bergerak maju dan menutup lubang kompensasi
- Timbul tekanan hidraulik di depan torak I dan mendorong torak II maju menutup lubang kompensasi
- Tekanan hidraulis di depan torak I dan II disalurkan ke masing – masing silinder roda

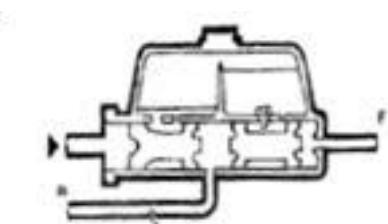
Gambar 2.41.Cara kerja silinder master tandem saat ditekan

Saat pedal rem dilepas injakan

- Torak I dan II bergerak kembali ke belakang oleh pegas
- Bersama dengan itu minyak rem di belakang sil primer mengalir ke depan torak I, II melalui lubang pengisian

Bila minyak rem di depan torak (I dan II) sudah penuh, minyak rem mengalir dari silinder ke reservoir melalui lubang

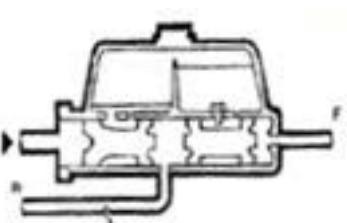
Gambar 2.42.Cara kerja silinder master tandem saat pedal rem dilepas

Bila Terjadi Kebocoran

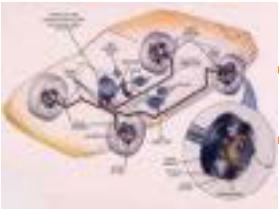
Silinder master jenis tandem, dengan sistem 2 sirkit sekarang banyak digunakan pada kendaraan untuk mengatasi kebocoran pada salah satu sistem rem, maka sistem rem yang lain masih bisa berfungsi.

Kebocoran terjadi pada pipa R

Gambar 2.43. Kebocoran master pipa R

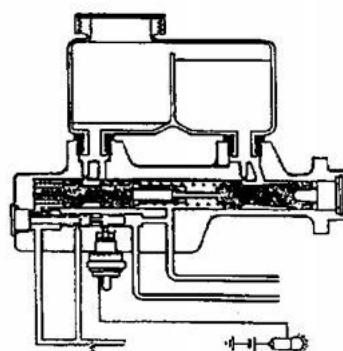
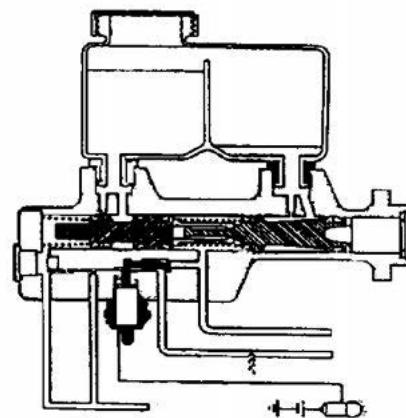
- Torak I slip, tekanan rem hidraulis pipa (R) nol
- Torak I mendorong torak II cairan rem sistem dua ditekan torak II maka pipa (F) bertekanan
- Cairan rem, sistem satu kurang

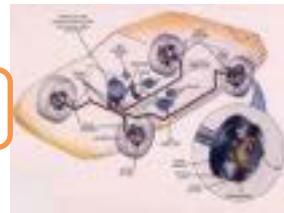
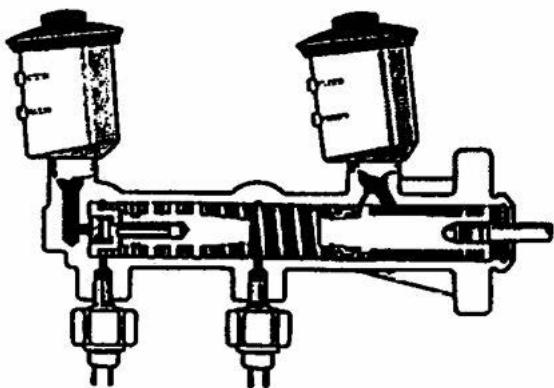
Kebocoran pada pipa F

Gambar 2.43. Kebocoran master pipa R

- Torak I menekan cairan rem sistem satu maka pipa (R) bertekanan
- Tekanan rem hidraulis sistem satu mendorong torak II
- Torak II slip sampai pembatas, karena tekanan rem hidraulis pipa (F) nol
- Minyak rem sistem dua kurang

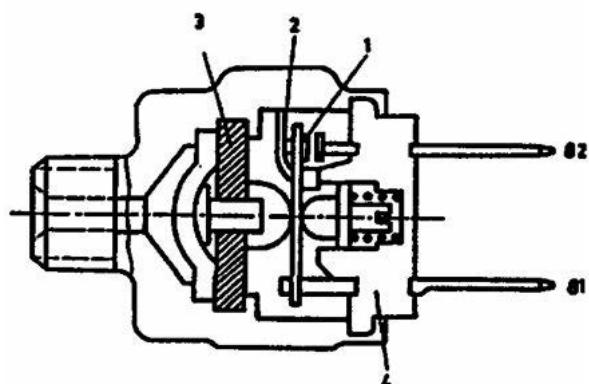
Bila satu sistem bocor masih ada setengah gaya pengereman

Sistem Kontrol

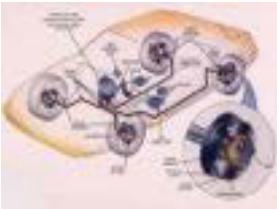
Sistem kontrol berfungsi untuk mengetahui kebocoran pada sirkit rem hidraulis

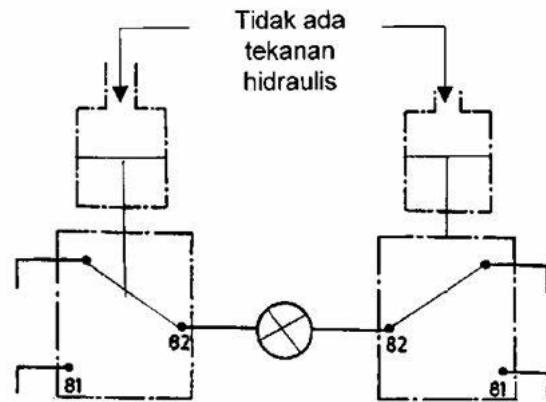
Sistem torak dengan satu saklar

- Keadaan normal
  Bila kedua sirkit rem bekerja baik, tombol saklar bebas diantara torak kontrol dan lampu kontrol mati
- Sirkit satu bocor
  ⇒ Tekanan cairan rem menekan
  ⇒ torak kontrol ke kanan
  ⇒ Tombol saklar di dorong torak
  ⇒ kontrol ke bawah
  ⇒ Lampu kontrol menyala
  1. *Torak kontrol*
  2. *Tombol saklar*
  3. *Saklar*
  4. *Lampu*
- Sirkit dua bocor
  ⇒ Tekanan cairan rem menekan
  ⇒ torak kontrol ke kiri
  ⇒ Tombol saklar didorong torak
  ⇒ kontrol ke bawah
  ⇒ Lampu kontrol mati

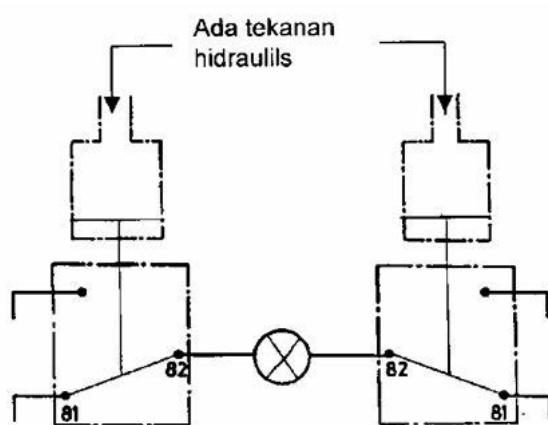
Gambar 2.45. Indikator Kebocoran master Satu Torak Satu Saklar

Sistem Listrik Dengan Dua Saklar

- Bila sistem rem hidraulis belum bekerja lampu mati
- Bila kedua sistem rem berfungsi lampu mati
- Bila sistem rem berfungsi hanya satu lampu menyala

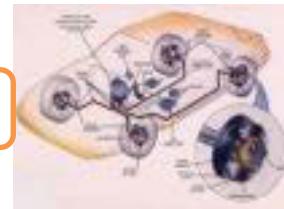
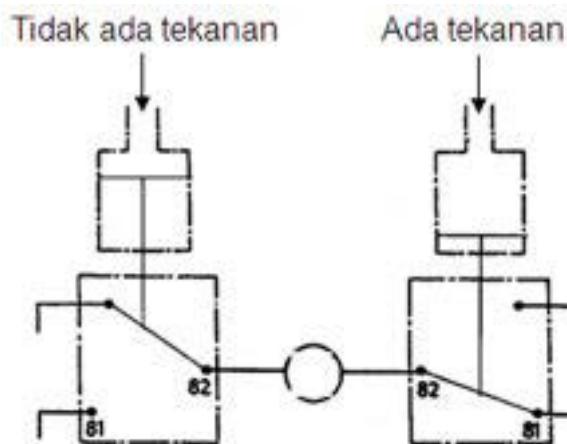
Gambar 2.46. Indikator Kebocoran master Dua Saklar

Saklar dan nama bagian - bagiannya

1. *Lengan kontak*
2. *Terminal negatif*
3. *Diagragma*
4. *Isolasi*

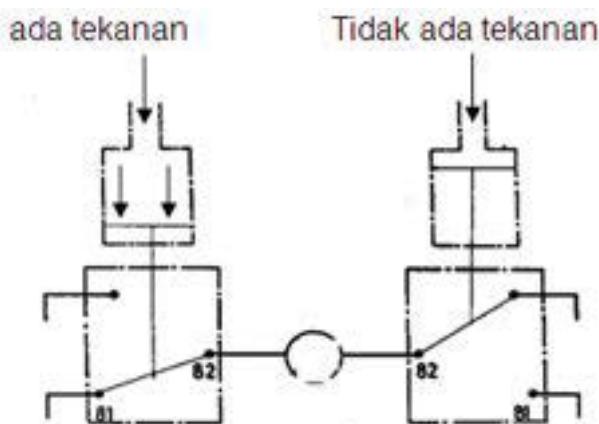
Gambar 2.47.Saklar Indikator Kebocoran master

Cara Kerja

Sistem rem belum bekerja

Gambar 2.48. Saklar Indikator Kebocoran master Saat Belum Bekerja

- Lengan kontak menghubungkan terminal 82 dengan terminal negatif
- Lampu pengontrol mati
- Terminal 81 berhubungan dengan arus positif
- Terminal 82 berhubungan dengan terminal lampu

Gambar 2.49. Saklar Indikator Kebocoranmaster Saat Pengereman

- Tekanan hidraulis ada pada kedua saklar rem
- Kedua saklar dihubungkan dengan positif
- Lampu tidak menyala karena tidak dihubungkan dengan massa

Sistem Rem I Hidraulis Bocor

Gambar 2.50.Saklar Indikator Kebocoran master Saat Bocor Saluran 1

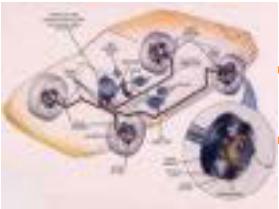
- Arus listrik dari terminal positif 81 (II) ⇒ 82 (II) dan 82 (I) ⇒ massa
- Terjadi rangkaian tertutup
- Lampu kontrol menyala

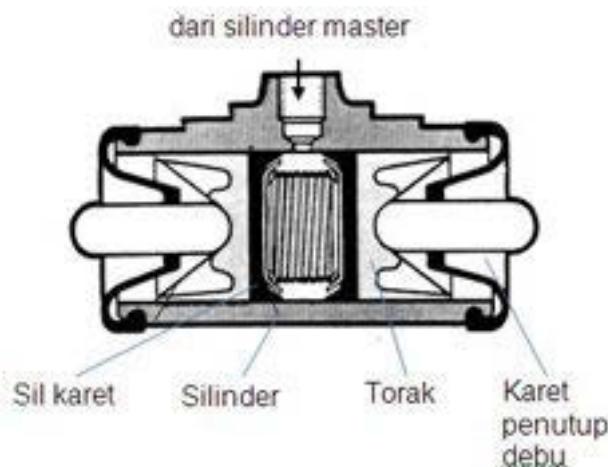
Sistem rem II hidraulis bocor

Gambar 2.51. Saklar Indikator Kebocoran master Saat Bocor Saluran 2

- Arus listrik dari terminal positif 81 (I)

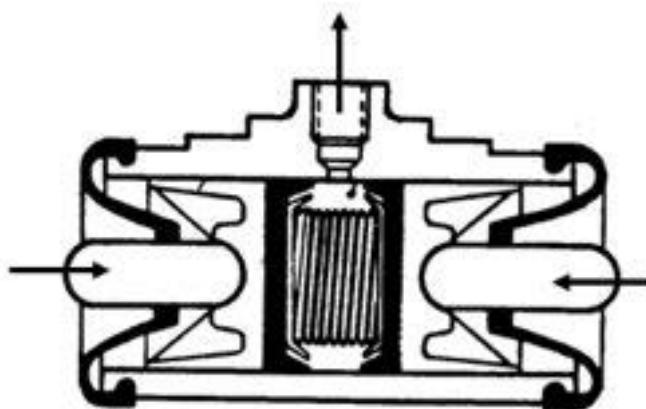
⇒ 82 (I) ⇒ lampu

⇒ 82 (II) ⇒ massa

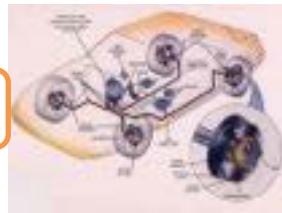
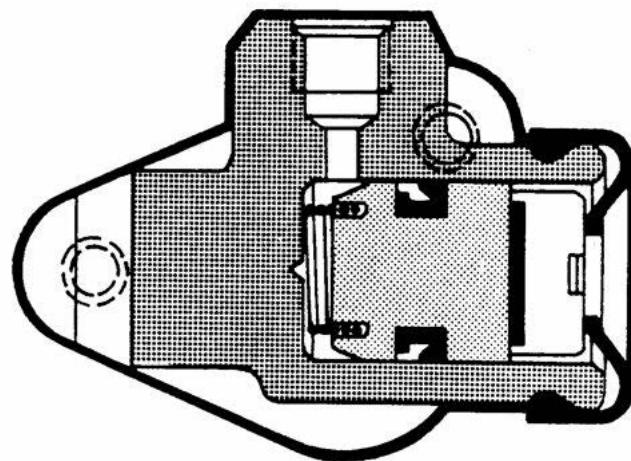
- Terjadi rangkaian tertutup
- Lampu kontrol menyala

Silinder Roda

Nama Bagian – Bagian Dan Cara Kerja Silinder Roda

Gambar 2.52. Kontruksi Silinder Roda

Langkah tekan :

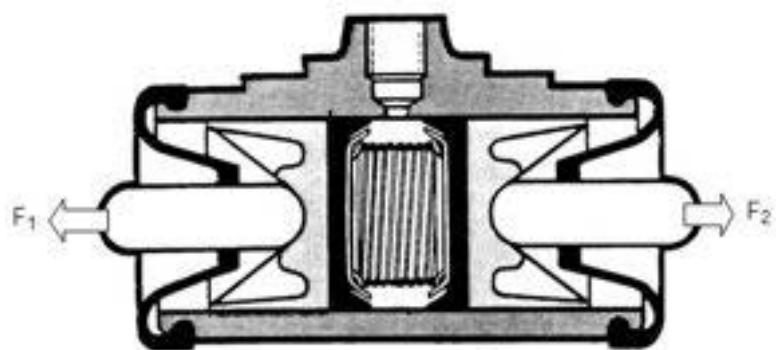
Tekanan cairan rem yang di bangkitkan silinder master menekan sil karet silinder roda

Gambar 2.53. Cara Kerja Silinder Roda

Langkah lepas :

Tekanan cairan rem tidak ada. Tegangan pegas pengembali sepatu rem tromol menekan sil karet silinder roda, cairan rem mengalir kembali ke silinder master

Silinder Roda Satu Torak

Gambar 2.54.Silinder Roda Satu Torak

Digunakan pada :

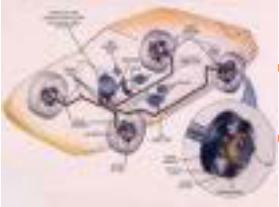
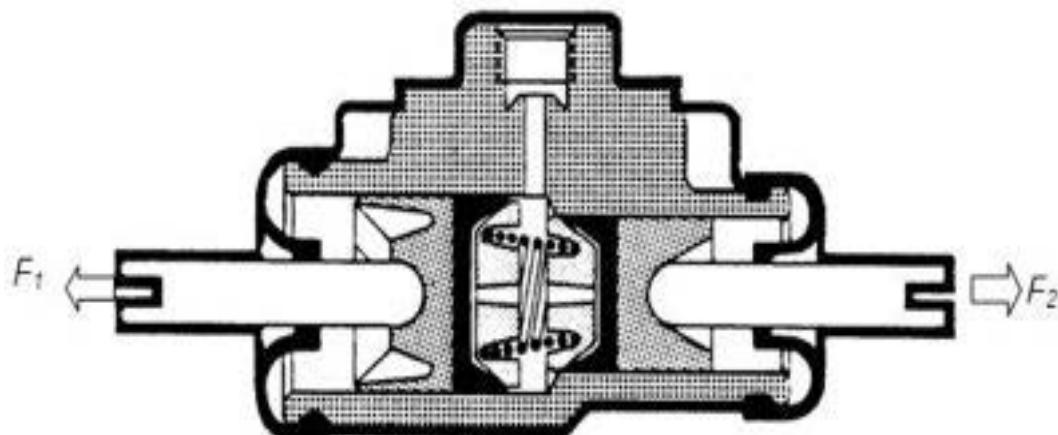
- Sistem dupleks
- Sistem servo

Silinder Roda Dua Torak Satu Silinder

Gambar 2.55.Silinder Roda Dua Torak

Digunakan pada :

⇒ Sistem duo dupleks

⇒ Sistem duo servo

F1 = F2

Silinder roda dua torak silinder bertingkat

Gambar 2.56.Silinder Roda Dua Torak Bertingkat

Keterangan ;

- ✓ F1>F2

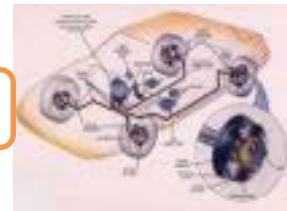
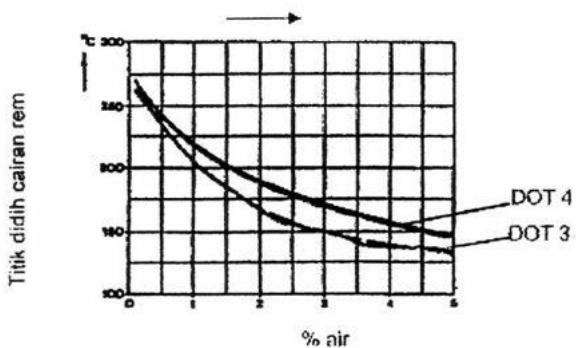
Digunakan pada :

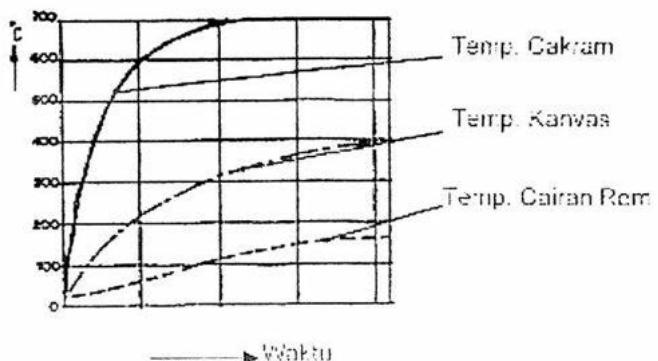
- ✓ Sistem duo servo
- ✓ Sistem simpleks

Cairan Rem :

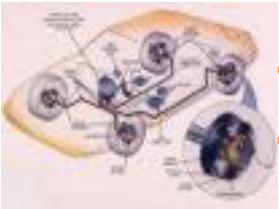
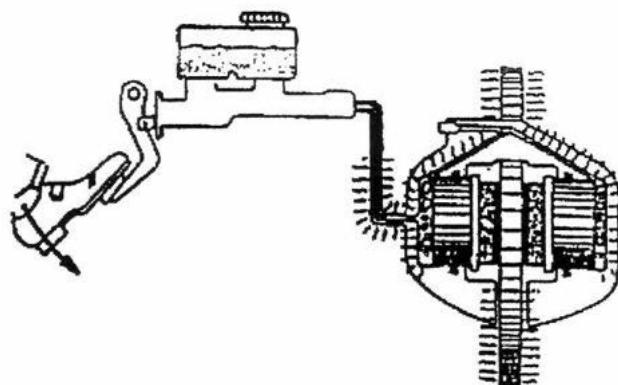
Berdasarkan ketentuan DOT (Department of Transport) Amerika,

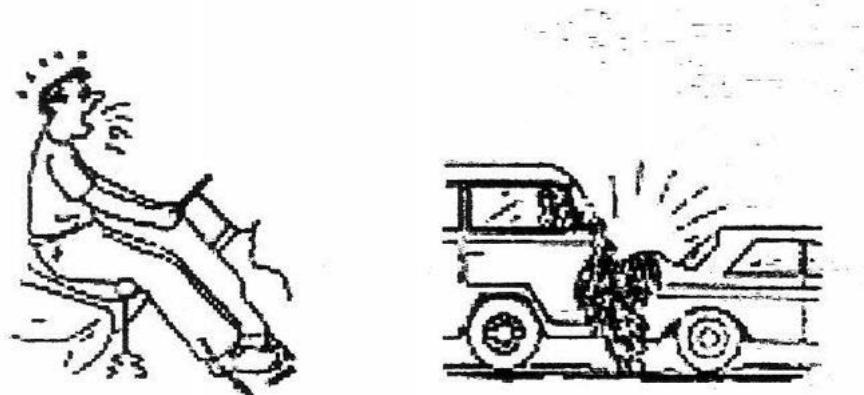
DOT 3 dan DOT 4 merupakan cairan rem biasa yang terbuat dari bahan dasar Glykol dan mempunyai sifat-sifat :

- ✓ Titik didik sampai = 2700 C
- ✓ Beracun dan merusak cat
- ✓ Dapat terbakar
- ✓ Mengabsorbsi air sehingga titik didih turun / korosi, maka harus diganti secara periodik

Pengaruh % air terhadap penurunan titik didih cairan rem

Gambar 2.57.Grafik Pengaruh Kandungan Air Di Cairan Rem

Pengaruh temperatur rem tehadap cairan rem

Gambar 2.58.Grafik Temperatur Cairan Rem Saat Pengereman

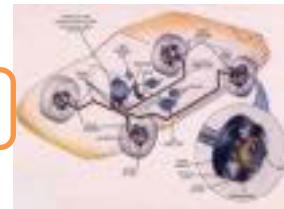
Cairan Rem Dan Keamanan

Pengereman yang terus menerus dapat mengakibatkan tromol sepatu rem atau cakram – balok rem menjadi sangat panas. Oleh karena itu temperatur cairan rem terus naik, maka berbahaya (mudah mendidih) bagi kendaraan dan penumpang.

Gambar 2.59.Perambatan Panas Saat Pengereman

Panas merambat ke cairan rem, cairan rem mendidih terbentuk gelembung udara di dalam cairan rem efek pengereman turun

Gambar 2.60.Efek Cairan Rem Mendidih

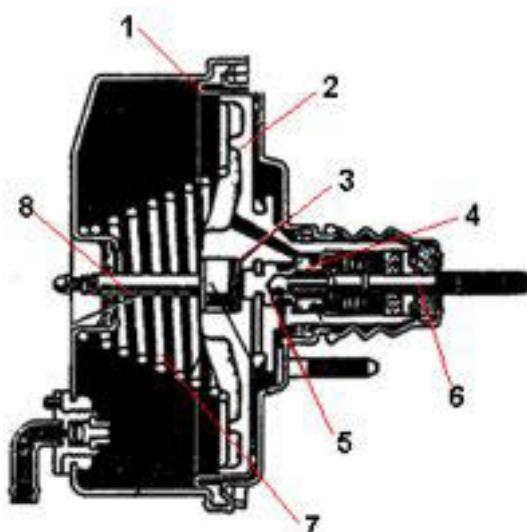
DOT 5

Adalah cairan rem khusus yang terbuat dari bahan dasar olie silikon dan mempunyai sifat – sifat :

- Titik didih tinggi = 4000 C
- Anti korosi
- Tidak mengabsorsi air

- Tidak perlu diganti
- Harganya mahal
- Tidak boleh dicampur DOT 3 – 4 (sebaliknya)

Boster (penguat tenaga rem)

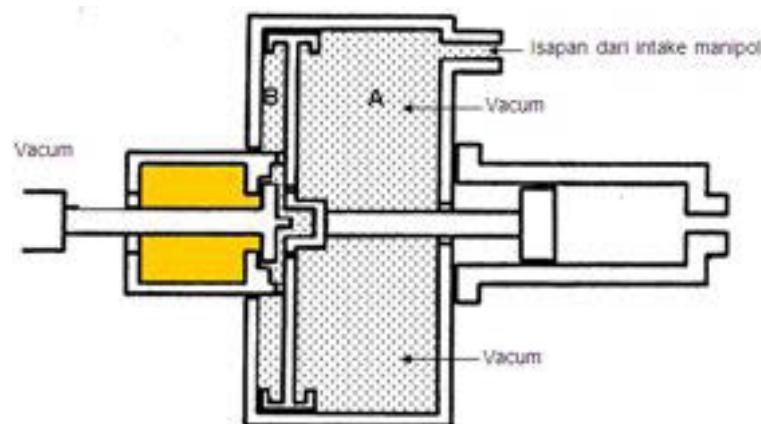
Boster adalah perlengkapan tambahan pada sistem rem yang berfungsi untuk memperbesar gaya pengereman.

Komponen – komponen boster

Gambar 2.61.Kontruksi Boster

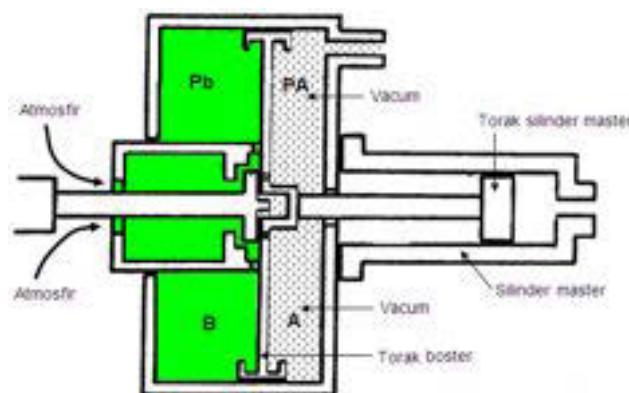
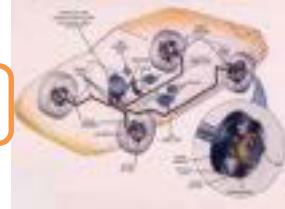
Nama komponen :

1. Diafragma
2. Torak boster
3. Piring karet reaksi
4. Katup kontrol
5. Katup udara
6. Torak batang dorong master rem
7. Pegas torak boster
8. Batang dorong master

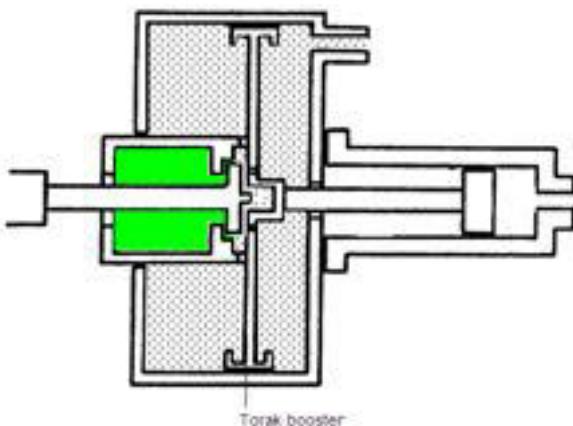
Prinsip kerja :

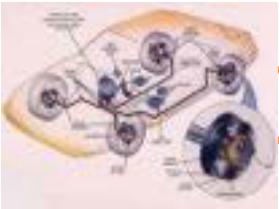
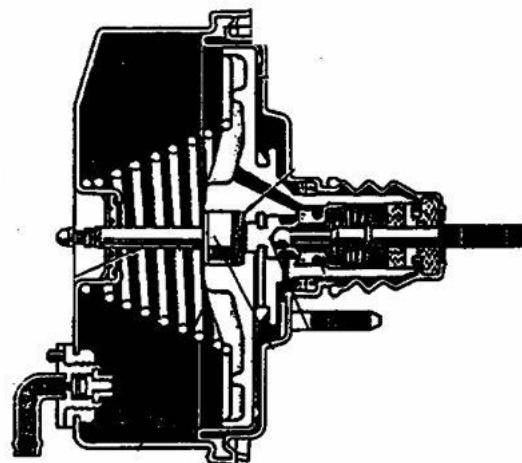
Saat bebas

Gambar 2.62.Prinsip Kerja Boster Saat Bebas

- Tidak ada gaya tekan pedal → pegas rekasi mendorong katup pengendali ke arah katup udara menutup dan katup vakum membuka
- Saluran vakum terbuka → ruang A berhubungan dengan ruang B
- Tekanan diruang A **>** ruang B, tekanan seimbang → tidak ada rekasi gaya dorong torak
- Pegas pengembali mampu menekan torak pada posisi belum bekerja

Saat Direm

Gambar 2.63.Prinsip Kerja Boster Saat Direm

- Gaya pedal rem → pegas reaksi → katup vakum menutuk saluran vakum → torak boster → batang dorong dan torak silinder master
- Saat katup vakum menutupsaluran vakum → katup udara membuka saluran udara akibatnya ruang A tidak ada hubungan dengan ruang A
- Ruang A berhubungan dengan tekanan vakum dan ruang B berhubungan dengan tekanan atmosfir (udara) → PB>PA ada rekasi gaya dorong kearah torak silinder master (boster bekerja)

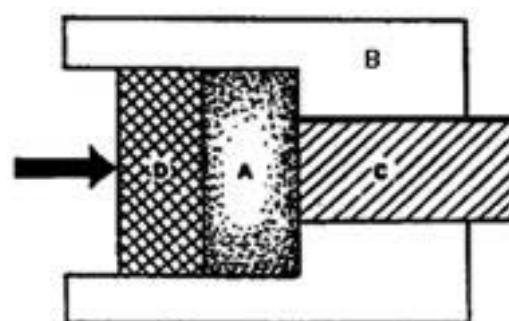
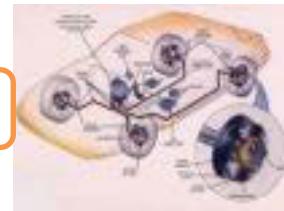
Gaya Pengereman = Gaya dorong pedal + Torak Boster

Saat Pedal Rem Lepas Injakan

Gambar 2.64.Prinsip Kerja Boster Saat Lepas Injakan

- Tidak ada gaya dorong pedal → pegas katup pengendali mendorong katup pengendali ke arah menutup katup udara → saluran vakum terbuka
- Ruang A berhubungan dengan ruang B kembali →tekanan ruang B = ruang A = tekanan vakum → rekasi gaya dorong torak hilang karena tekanan di depan dan dibelakang torak seimbang (sama)
- Pegas pengembali torak boster terus mendorong pada posisi tidak direm
- Jika melepas injakannya sedikit → gerakan kembali katup pengendali terhenti → torak terus bergerak hingga saluran vakum tertutup lagi → ruang B kembali berhubungan dengan tekanan atmostfir → tekanan ke torak silinder master dipertahankan sesuai kehendak sopir

Katup Pengendali Dengan Piring Karet Reaksi

Gambar 2.65.Kontruksi Katup Pengendali Boster

Nama komponen :

1. Diafragma
2. Torak boster
3. Piring karet reaksi
4. Katup kontrol
5. Katup udara
6. Torak batang dorong master rem
7. Pegas torak boster
8. Batang dorong master

Cara kerja :

Gambar 2.66.Prinsip Kerja Karet Reaksi Boster

A=Karet reaksi,

B=Torak boster,

C=Batang dorong torak master,

D= Katup pengendali,

- Karet reaksi ditempatkan di Ruang A yang memiliki elastisitas tertentu
- Bila katup pengendali D menekan karet reaksi A maka tekanan diteruskan permukaan B dan C
- Batang dorong torak boster C dan Torak boster B memberikan reaksi →Karet reaksi A berubah bentuk semakin menipis
- Dengan menipisnya karet reaksi A → Katup pengendali D bergerak mendekati permukaan dalam B →Katup vakum tertutup → Boster bekerja berbanding lurus antara gaya injakan pedal dg elastisitas karet reaksi

Pembukaan dan penutupan saluran vakum dengan saluran udara tergantung elastisitas karet reaksi.

2.4.3. Rangkuman :

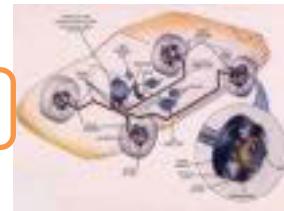
1) Prinsip dasar dari hidraulik rem :
   - ✓ Menggunaan fluida (cairan rem) untuk memindahkan gaya dan gerak
   - ✓ Fluida mempunyai sifat tidak dapat dimampatkan, sehingga sangat baik untuk maksud tersebut
   - ✓ Hidraulik rem bekerja berdasarkan prinsip Hukum Pascal
2) Nama dan Fungsi Bagian-bagian Sistem Hidraulik Rem :
   - ✓ Pedal rem : Menekan cairan rem ke dalam silinder master
   - ✓ Penguat tenaga rem : Memeperkuat gaya tekan pedal rem
   - ✓ Silinder master : Membangkitkan tkanan cairan rem di dalam sistem hidraulik
   - ✓ Reservoir : Tempat persediaan cairan rem
   - ✓ Silinder roda dan kaliper rem : Menerima tekanan hidraulik dari master rem untuk mendorong torak → sepatu rem
   - ✓ Pipa rem dan slang fleksible : Sebagai saluran cairan rem

3) Hubungan Sirkuit Hidraulik Rem :
   - ✓ Sistem satu sirkit
   - ✓ Sistem dua sirkit pembagian aksial
   - ✓ Sistem dua sirkit pembagian diagonal
4) Bagian-bagian silinder master :
   - ✓ Silinder
   - ✓ Cairan rem
   - ✓ Lubang penambahan
   - ✓ Lubang kompensasi
   - ✓ Saluran ke silinder roda
   - ✓ Katup
   - ✓ Pegas katup
   - ✓ Sil karet primer
   - ✓ Cincin pelindung
   - ✓ Lubang pengisian
   - ✓ Torak
   - ✓ Sil karet sekunder
   - ✓ Reservoir
   - ✓ Lubang ventilasi
5) Macam – Macam Silinder Master :
   - ✓ Silinder master satu torak
   - ✓ Silinder master dua torak (jenis tandem)
   - ✓ Silinder master port less
6) Cara kerja silinder master :
   - ✓ *Langkah tekan*

   Tekanan cairan rem terbentuk, setelah sil karet melewati lubang kompensasi

   - ✓ *Langkah lepas*

   Tegangan pegas menekan sil karet kembali, makan ruang didepan sil karet membesar (vacum), cairan rem dari reservoir mengalir keruang kerja. Setelah itu, cairan rem silinder roda (akibat gerak kembali toraknya) mengalir ke silinder master dan kembali ke reservoir, setelah lubang kompensasi terbuka.

7) Cairan Rem yang digunakan berdasarkan ketentuan DOT (Department of Transport) Amerika, yang macamnya ada DOT 3, DOT 4 dan DOT 5.
8) Sifat – sifat cairan rem DOT 3 dan DOT 4 antara lain :
   - ✓ Titik didih tinggi = 4000 C
   - ✓ Anti korosi
   - ✓ Tidak mengabsorsi air
   - ✓ Tidak perlu diganti
   - ✓ Harganya mahal

- ✓ Tidak boleh dicampur DOT 3 – 4 (sebaliknya)

9) Boster adalah perlengkapan tambahan pada sistem rem yang berfungsi untuk memperbesar gaya pengereman.
10) Nama komponen boster antara lain :
    - ✓ Diafragma
    - ✓ Torak boster
    - ✓ Piring karet reaksi
    - ✓ Katup kontrol
    - ✓ Katup udara
    - ✓ Torak batang dorong master rem
    - ✓ Pegas torak boster
    - ✓ Batang dorong master

2.4.4. Tugas :

Lakukan pengamatan terkait dengan nama dan fungsi Bagian-bagian Sistem Hidraulik Rem pada mobil di bengkel sekolah, kemudian isikan hasilnya pada lembar kerja.

2.4.5. Tes Formatif :

1) Jelaskan prinsip dasar dari hidraulik rem !
2) Sebutkan Nama dan Fungsi Bagian-bagian Sistem Hidraulik Rem !
3) Sebutkan jenis-jenis hubungan Sirkuit Hidraulik Rem !
4) Sebutkan bagian-bagian silinder master !
5) Sebutkan macam – macam silinder master !
6) Jelaskan cara kerja silinder master !
7) Jelaskan sifat – sifat cairan rem DOT 3 dan DOT 4 !
8) Jelaskan fungsi Boster !
9) Sebutkan nama komponen boster antara lain !

2.4.6. Lembar Jawaban Tes Formatif :

1) Prinsip dasar dari hidraulik rem :
    - ✓ Menggunaan fluida (cairan rem) untuk memindahkan gaya dan gerak

- ✓ Fluida mempunyai sifat tidak dapat dimampatkan, sehingga sangat baik untuk maksud tersebut
- ✓ Hidraulik rem bekerja berdasarkan prinsip Hukum Pascal

2) Nama dan Fungsi Bagian-bagian Sistem Hidraulik Rem :
   - ✓ Pedal rem : Menekan cairan rem ke dalam silinder master
   - ✓ Penguat tenaga rem : Memeperkuat gaya tekan pedal rem
   - ✓ Silinder master : Membangkitkan tkanan cairan rem di dalam sistem hidraulik
   - ✓ Reservoir : Tempat persediaan cairan rem
   - ✓ Silinder roda dan kaliper rem : Menerima tekanan hidraulik dari master rem untuk mendorong torak → sepatu rem
   - ✓ Pipa rem dan slang fleksible : Sebagai saluran cairan rem

3) Hubungan Sirkuit Hidraulik Rem :
   - ✓ Sistem satu sirkit
   - ✓ Sistem dua sirkit pembagian aksial
   - ✓ Sistem dua sirkit pembagian diagonal

4) Bagian-bagian silinder master :
   - ✓ Silinder
   - ✓ Cairan rem
   - ✓ Lubang penambahan
   - ✓ Lubang kompensasi
   - ✓ Saluran ke silinder roda
   - ✓ Katup
   - ✓ Pegas katup
   - ✓ Sil karet primer
   - ✓ Cincin pelindung
   - ✓ Lubang pengisian
   - ✓ Torak
   - ✓ Sil karet sekunder
   - ✓ Reservoir
   - ✓ Lubang ventilasi

5) Macam – Macam Silinder Master :
   - ✓ Silinder master satu torak
   - ✓ Silinder master dua torak (jenis tandem)
   - ✓ Silinder master port less

6) Cara kerja silinder master :
   - ✓ *Langkah tekan*

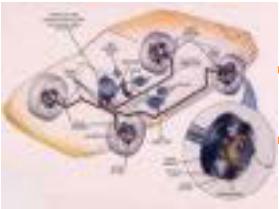
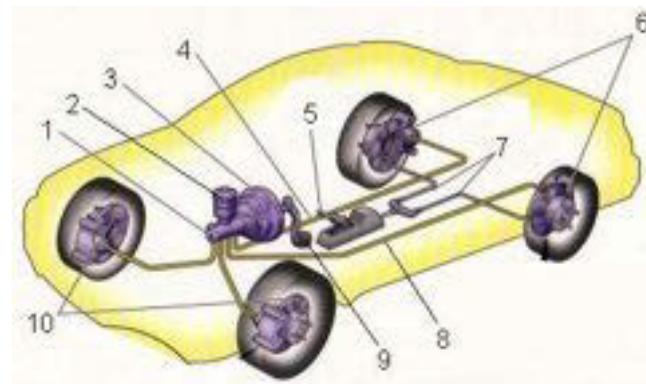
     Tekanan cairan rem terbentuk, setelah sil karet melewati lubang kompensasi

- *Langkah lepas*

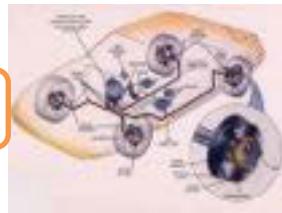
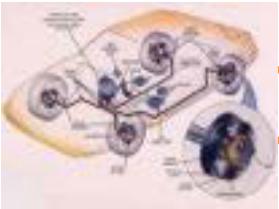
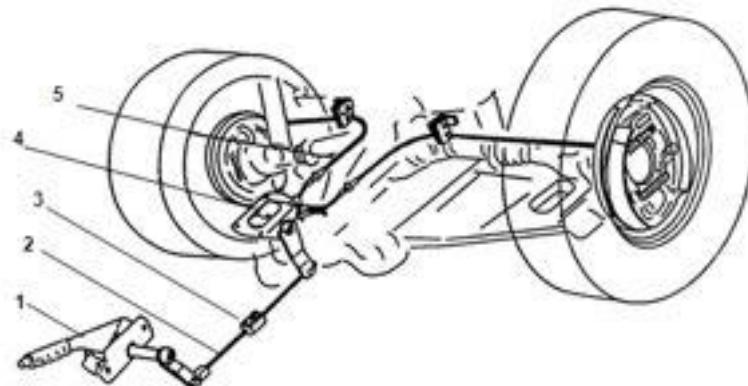
  Tegangan pegas menekan sil karet kembali, makan ruang didepan sil karet membesar (vacum), cairan rem dari reservoir mengalir keruang kerja. Setelah itu, cairan rem silinder roda (akibat gerak kembali toraknya) mengalir ke silinder master dan kembali ke reservoir, setelah lubang kompensasi terbuka.

7) Sifat – sifat cairan rem DOT 3 dan DOT 4 antara lain :
   - Titik didih tinggi = 4000 C
   - Anti korosi
   - Tidak mengabsorsi air
   - Tidak perlu diganti
   - Harganya mahal
   - Tidak boleh dicampur DOT 3 – 4 (sebaliknya)
8) Boster adalah perlengkapan tambahan pada sistem rem yang berfungsi untuk memperbesar gaya pengereman.
9) Nama komponen boster antara lain :
   - Diafragma
   - Torak boster
   - Piring karet reaksi
   - Katup kontrol
   - Katup udara
   - Torak batang dorong master rem
   - Pegas torak boster
   - Batang dorong master

2.4.7. Lembar Kerja Siswa :

Lakukan pengamatan dan identifikasi nama komponen serta fungsinya pada gambar dibawah ini :

Hasil pengamatan nama dan fungsi bagian sistem hidraulik rem :

No	Nama Komponen	Fungsi Komponen
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

8		
9		
10		

2.5. Kegiatan Pembelajaran :Rem Tangan/Parkir

Dengan mengamati Gambar diatas diskusikan jawaban dari pertanyaan berikut ini :

Apa fungsi komponen no. 1, 2, 3, 4, dan5 secara keseluruhan jelaskan ?

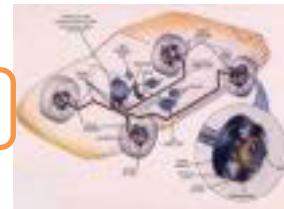
____

____

____

____

____

____

2.5.1. Tujuan Pembelajaran :

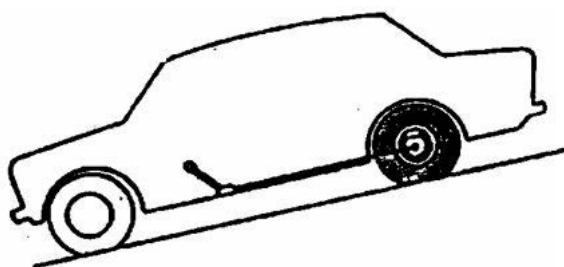
Setelah selesai proses pembelajaran siswadapat :

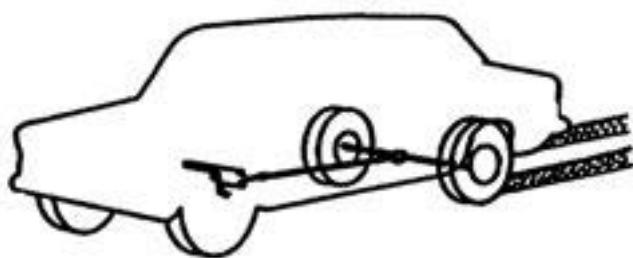
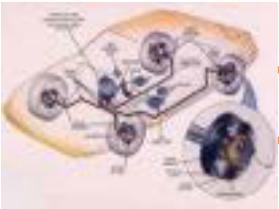
- ✓ Menerangkan penggunaan rem tangan/parkir
- ✓ Menjelaskan nama komponen, cara kerja dan macam-macam rem tangan/parkir
- ✓ Menjelaskan cara kerja penyetel otomatis pada rem tangan/parker

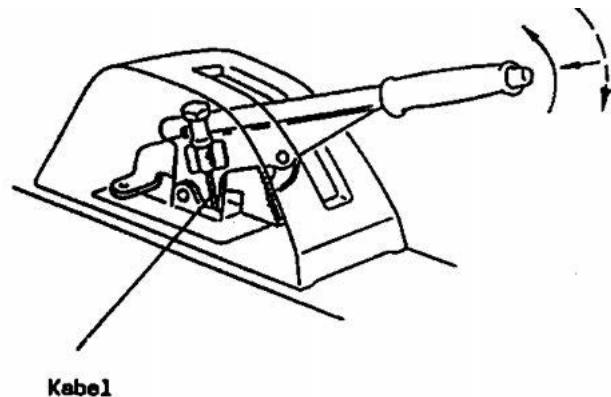
2.5.2. Uraian Materi :

Penggunaan Rem Tangan/Parkir

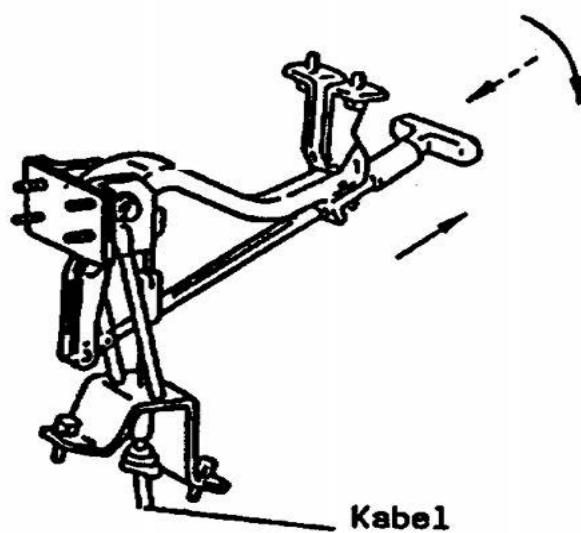
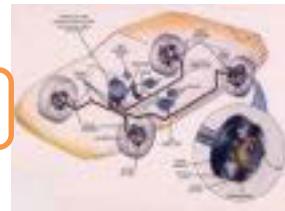
Mobil dalam keadaan berhenti diperlukan untuk mempertahankan tetap berhenti saat parkir di jalan yang datar maupun miring dan juga bisa digunakan sebagai rem darurat jika ada kegagalan fungsi pada rem kaki tetapi pelaksanaannya harus hati-hati karena kendaraan bisa melanting.

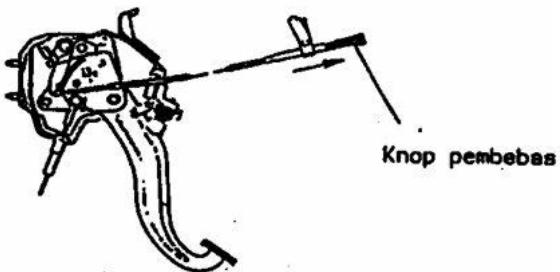
Rem tangan sebagai rem parkir

Gambar 2.67.Rem Tangan Sebagai Rem Parkir

Rem tangan sebagai rem darurat

Gambar 2.68.Rem Tangan Sebagai Rem Darurat

Macam – Macam Lengan Pengoperasian

Lengan ditempatkan di samping atau di antara kursi

Gambar 2.69.Rem Tangan Model Lengan

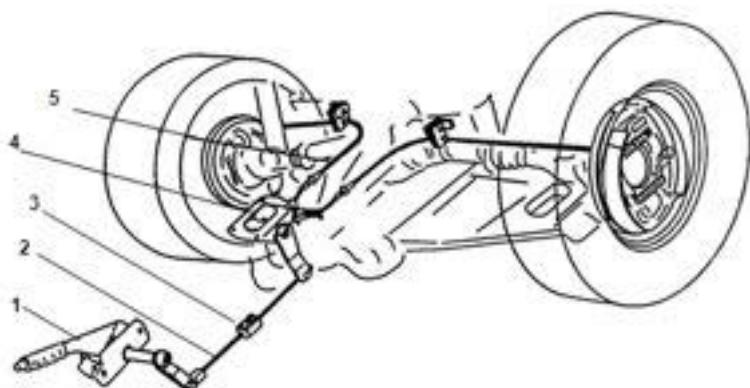
- Tarik lengan unutk mengoperasikan rem tangan
- Tekan “knop” untuk melepas

Lengan batang tarik

Gambar 2.69.Rem Tangan Model Tuas Tarik

- Tarik batang tarik untuk mengoperasikan rem tangan
- Putar untuk melepas

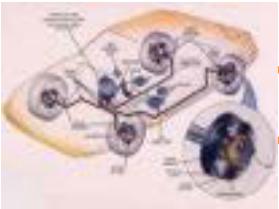
Lengan pedal

Gambar 2.70.Rem Tangan Model Pedal

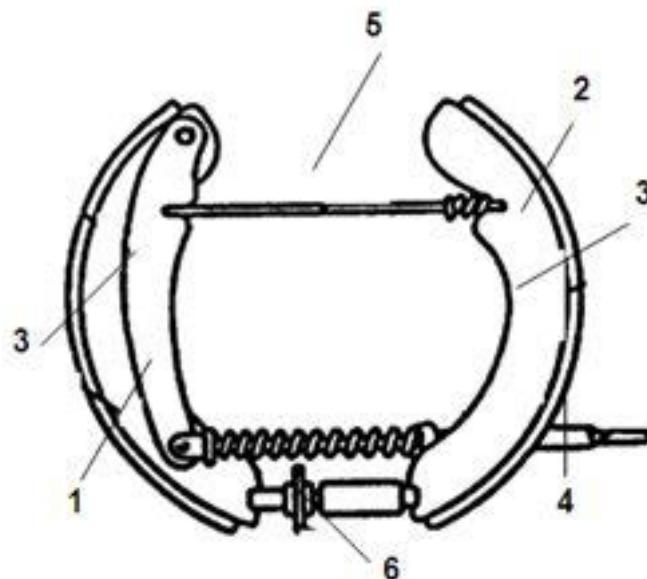
- Tekan pedal untuk mengoperasikan rem tangan

Tarik “knop” untuk melepas

Sistem Pemindah Tenaga Rem Tangan

Gambar 2.71.Kontruksi Pemindah Tenaga Rem Tangan

Nama – nama bagian :

1. Lengan tangan
2. Batang tarik
3. Mur penyetel
4. Penyeimbang
5. Kabel rem

Macam–macam Pelaksanaan Pegereman Rem Tangan

Rem tangan tromol :

Gambar 2.72.Kontruksi Tenaga Rem Tangan Pada Rem Tromol

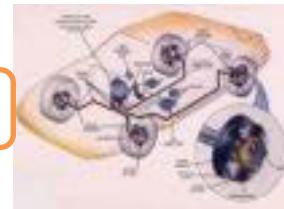
Nama komponen :

1. Sepatu rem I
2. Sepatu rem II
3. Lengan rem tangan
4. Kabel
5. Batang dorong
6. Gigi penyetel

Konstruksi

- ✓ Lengan rem tangan terpasang pada poros luncur di atas sepatu rem
- ✓ Batang dorong terpasang di antara lengan dengan sepatu rem II

Cara kerja :

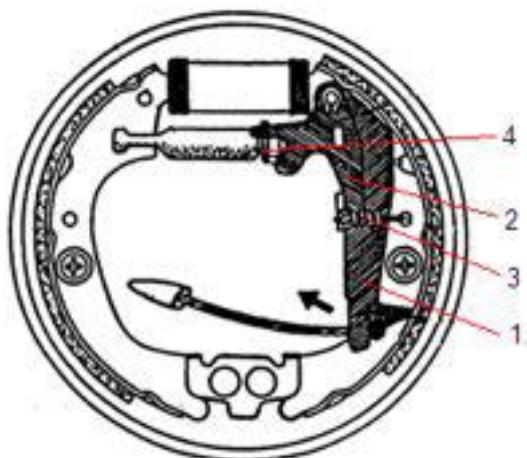
- ➢ Lengan rem tangan ditarik oleh kabel secara manual

- Batang dorong menekan sepatu rem II dan mengangkat sepatu rem I untuk bersama - sama menekan tromol

Penggunaan :

- ✓ Mobil kijang
- ✓ Hampir semua kendaraan

Penyetelan Automatis Pada Rem Tangan

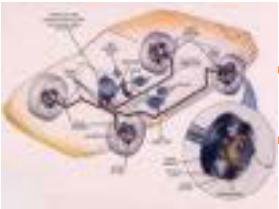
Rem tangan pada tromol sering dipakai untuk menyetel rem secara automatis

Konstruksi pada bagian – bagian khusus

Gambar 2.73.Kontruksi Penyetelan Otomatis Rem Tangan Pada Rem Tromol

Nama Komponen :

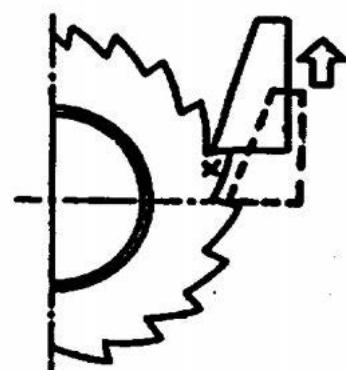
1. Lengan penyetel
2. Plat penyetel
3. Pegas tarik
4. Baut penghubung (batang dorong)

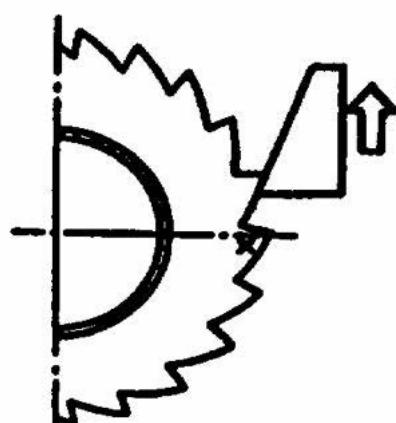
Bagian – bagian baut penghubung dan roda gigi penyetel

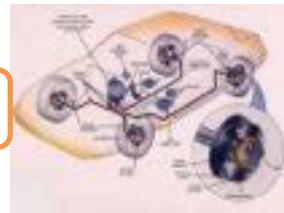
Gambar 2.74.Komponen Baut Penyetelan Otomatis

Cara Penyetelan Automatis :

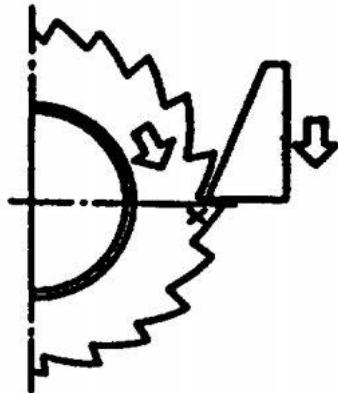
Gerakkan angkat plat penyetel 2 karena didorong oleh lengan penyetel 1 dan dikembalikan lagi oleh pegas tarik 3

Cara kerja :

Saat celah kanvas besar

- Saat mengoperasikan rem tangan plat penyetel naik pada roda gigi penyetel
- Bila langkahnya cukup besar, plat penyetel bisa naik satu gigi lagi

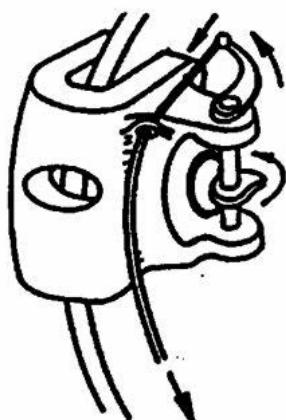
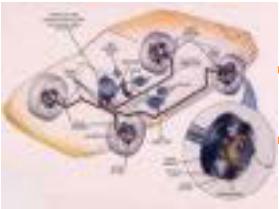
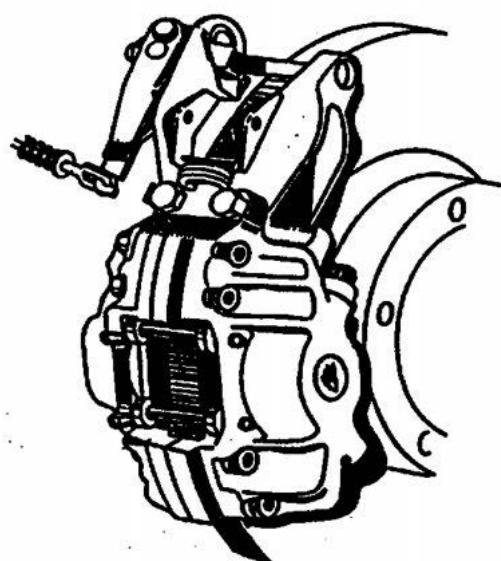
Gambar 2.75. Gerakan Tuas Penyetel

- Saat melepas rem tangan plat penyetel memutarkan roda gigi penyetel
- Putaran roda gigi penyetel akan memanjangkan baut penghubung dan mengurangi gerak bebas antara kanvas dan tromol

Gambar 2.76. Gerakan Tuas Penyetel

Saat celah kanvas sesuai

- Bila dilakukan pengoperasian rem tangan lagi, plat penyetel tidak bisa naik satu gigi lagi Jadi tidak meyetel lagi

Gambar 2.77.Gerakan Tuas Penyetel Saat Celah Baik

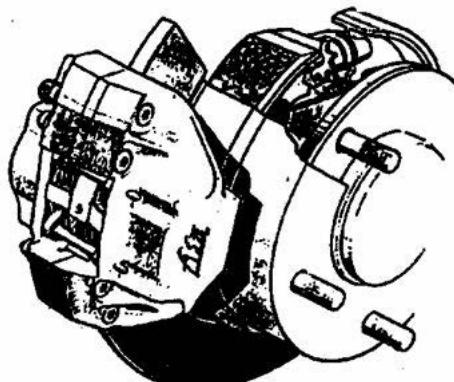
Rem Tangan Pada Cakram

Jenis kaliper luncur

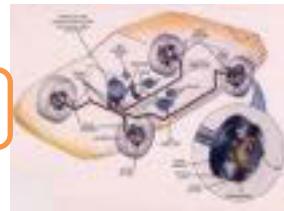
- Di belakang torak ada eksenter
- Bila rem tangan ditarik, eksenter menekan torak cakram

Gambar 2.78.Rem Tangan Pada Rem Cakram Kaliper Luncur

Jenis penjepjit sendiri

- Pada kaliper dilengkapi dengan unit penjepit atau tang
- Unit penjepit digerakkan secara manual oleh kabel rem tangan untuk menjepit cakram
- Biasanya dipasang pada aksel belakang

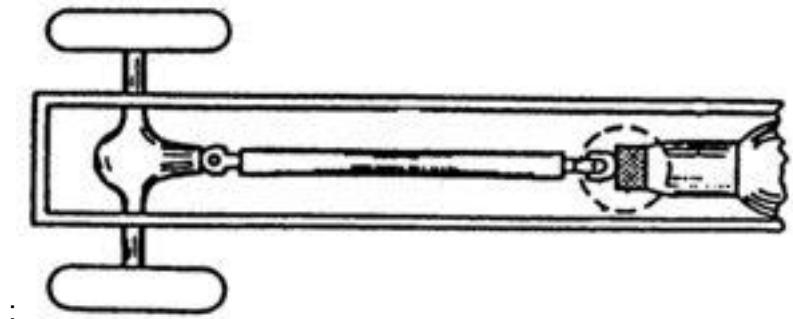
Gambar 2.79.Rem Tangan Pada Rem Cakram Kaliper Tetap

Jenis tromol pada cakram

Gambar 2.80.Rem Tangan Tromol Pada Rem Cakram Kaliper Tetap

- Cara kerjanya seperti rem tromol
- Digerakkan oleh kabel rem tangan

  Catatan :

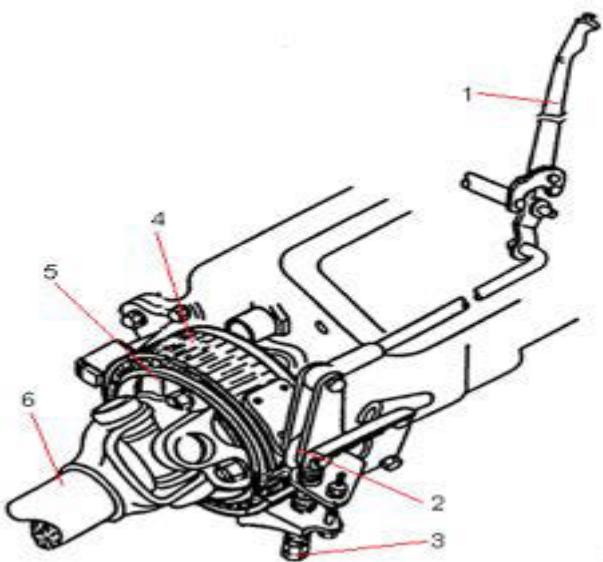
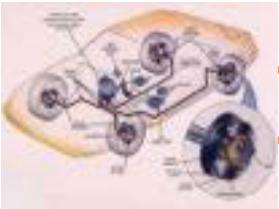
Semua sistem rem tangan pada rem cakram tidak diperoleh gaya pengereman yang besar

Rem Tangan Pada Transmisi

:

Gambar 2.81.Rem Tangan Pada Output Transmisi

Unit rem tangan di antara transamisi dengan poros propeller

Ada dua macam konstruksi :

1. Kanvas rem di dalam (seperti rem tromol biasa)
2. Kanvas rem di luar

Kanvas rem di luar

Gambar 2.82.Kontruksi Rem Tangan Pada Output Transmisi

Nama komponen :

1. Lengan rem tangan
2. Anchor
3. Mur penyetel
4. Kanvas rem
5. Tromol rem
6. Poros propller

Cara kerja :

- Mekanisme lengan menekan kanvas di atas tromol
- Lengan rem tangan ditarik dengan melalui tuas kanvas rem, maka kanvas menjepit tromol rem.

Penggunaan:

Daihatsu taft ‘82

2.5.3. Rangkuman :

1) Fungsi dari rem tangan adalah :
   - ✓ Rem tangan sebagai rem parkir
   - ✓ Rem tangan sebagai rem darurat
2) Macam – Macam Lengan Pengoperasian
   - ✓ Lengan ditempatkan di samping atau di antara kursi
   - ✓ Lengan batang tarik
   - ✓ Lengan pedal
3) Nama – nama bagian rem tangan :
   - ✓ Lengan tangan
   - ✓ Batang tarik
   - ✓ Mur penyetel
   - ✓ Penyeimbang
   - ✓ Kabel rem
4) Cara kerja rem tangan/parkir :

Lengan rem tangan ditarik oleh kabel secara manual kemudian batang dorong menekan sepatu rem II dan mengangkat sepatu rem I untuk bersama - sama menekan tromol

5) Nama Komponen penyetel automatis :
   - ✓ Lengan penyetel
   - ✓ Plat penyetel
   - ✓ Pegas tarik
   - ✓ Baut penghubung (batang dorong)

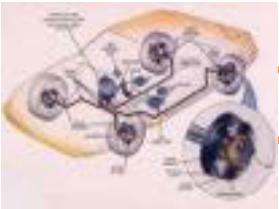
6) Prinsip kerja Penyetelan Automatis :

   Gerakkan angkat plat penyetel disebabkan oleh dorongan lengan penyetel dan akan dikembalikan lagi oleh pegas tarik.

2.5.4. Tugas :

Lakukan pengamatan pada mobil yang ada disekeliling anda terkait dengan jenis-jenis lengan pengoperasian rem tangan kemudian tulis hasilnya pada lembar isian.

Lembar isian hasil pengamatan jenis lengan pengoperasian rem tangan :

No	Merk Mobil	Jenis Lengan Pengoperasian Rem Tangan

2.5.5. Tes Formatif :

1) Jelaskan Fungsi dari rem tangan adalah !
2) Sebutkan Macam – Macam Lengan Pengoperasian !
3) Sebutkan Nama – nama bagian rem tangan !
4) Jelaskan Cara kerja rem tangan/parkir !
5) Sebutkan Nama Komponen penyetel automatis !
6) Jelaskan Prinsip kerja Penyetelan Automatis!

2.5.6. Lembar Jawaban Tes Formatif :

1) Fungsi dari rem tangan adalah :
   - ✓ Rem tangan sebagai rem parkir
   - ✓ Rem tangan sebagai rem darurat
2) Macam – Macam Lengan Pengoperasian
   - ✓ Lengan ditempatkan di samping atau di antara kursi
   - ✓ Lengan batang tarik
   - ✓ Lengan pedal
3) Nama – nama bagian rem tangan :
   - ✓ Lengan tangan
   - ✓ Batang tarik
   - ✓ Mur penyetel
   - ✓ Penyeimbang
   - ✓ Kabel rem
4) Cara kerja rem tangan/parkir :

   Lengan rem tangan ditarik oleh kabel secara manual kemudian batang dorong menekan sepatu rem II dan mengangkat sepatu rem I untuk bersama - sama menekan tromol

5) Nama Komponen penyetel automatis :
   - ✓ Lengan penyetel
   - ✓ Plat penyetel
   - ✓ Pegas tarik

- ✓ Baut penghubung (batang dorong)

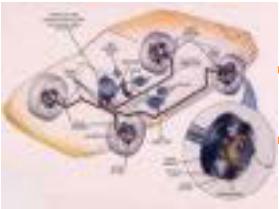
6) Prinsip kerja Penyetelan Automatis :

   Gerakkan angkat plat penyetel disebabkan oleh dorongan lengan penyetel dan akan dikembalikan lagi oleh pegas tarik.

2.5.7. Lembar Kerja Siswa :

Lakukan pemeriksaan dan penyetelan rem tangan/parkir pada 3 macam kendaraan berdasarkan prosedur sesuai dengan buku manual masing-masing kendaraan kemudian catat langkah kerja dan hasil penyetelan pada lembar laporan kerja dibawah ini :

Lembar Laporan Pekerjaan

Kendaraan	Langkah Kerja	Hasil Kerja
1		

Kendaraan	Langkah Kerja	Hasil Kerja
2		
3		

Dari data hasil kerja pada Lembar Laporan Pekerjaan buatlah rangkuman garis besar secara umum Langkah kerja pemeriksaan dan penyetelan rem tangan/parker :

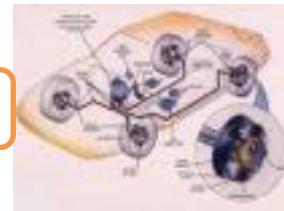
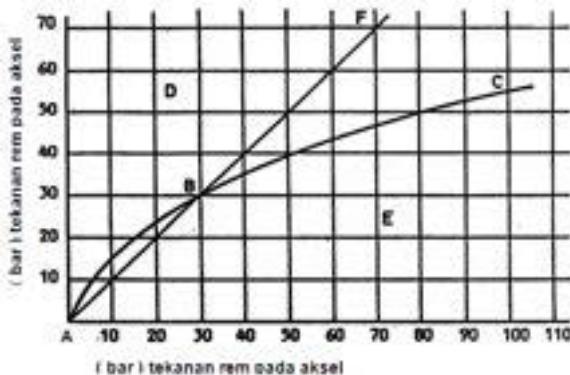
………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………

2.6. Kegiatan Pembelajaran :Pengatur Tekanan Rem

Dengan mengamati Gambar diatas diskusikan jawaban dari pertanyaan berikut ini :

Jelaskan mengapa pada kurve A-B-F besar tekanan pengereman Rem depan sama dengan rem belakang ?

____

____

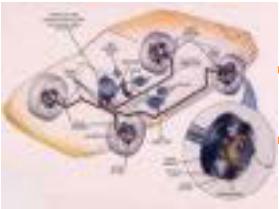
____

____

____

2.6.1. Tujuan Pembelajaran :

Setelah selesai proses pembelajaran siswadapat :

- ✓ Menerangkan kegunaan pengatur tekanan rem
- ✓ Menjelaskan nama komponen dan cara kerja pengatur tekanan jenis pembatas tekanan
- ✓ Menjelaskan nama komponen dan cara kerja pengatur tekanan jenis

katup pengatur proporsional

- ✓ Menjelaskan nama komponen dan cara kerja pengatur tekanan jenis bola pembatas tekanan
- ✓ Menjelaskan nama komponen dan cara kerja pengatur tekanan jenis katup proporsional sensor berat

2.6.2. Uraian Materi :

Pembagian Gaya Rem Pada Aksel Dan Katup Pembatas Tekanan

Syarat Pengereman :

- Pada saat mengerem, kendaraan harus dapat berhenti dengan stabil, untuk itu roda tidak boleh memblokir / hingga slip
- Supaya roda tidak memblokir, maka berat kendaraan pada roa saat berjalan harus lebih besar daripada gaya pengereman
- Hal tersebut dapat diformulasikan dalam bentuk rumus :

$$M \times g \times \mu > F\ rem$$

m = massa mobil

g = gravitasi

μ = koefisien gesek

F_{rem} = gaya pengereman

Berat Statis Dan Dinamis :

- ✓ Berat Statis : Berat pada aksel depan dan belakang saat mobil berhenti
- ✓ Berat Dinamis : Berat pada aksel depan dan belakang saat mobil berjalan

Pengereman Statis Dan Dinamis

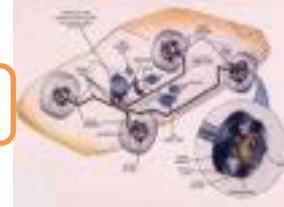
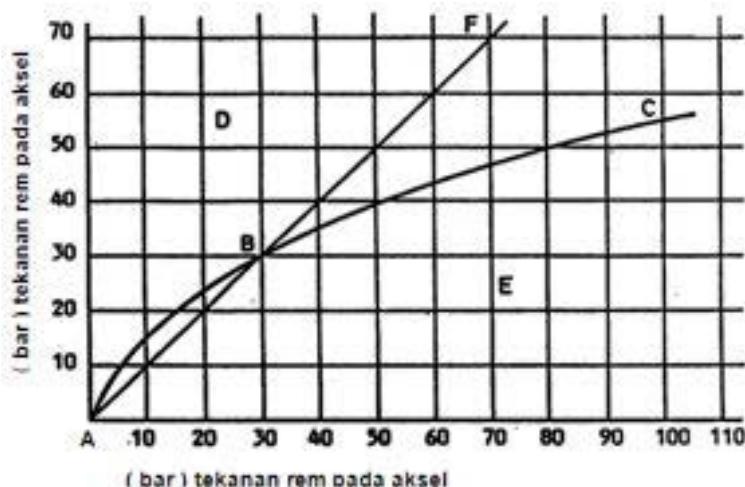
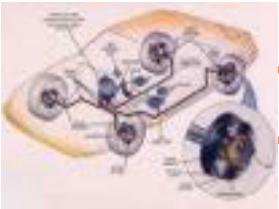
- ✓ Pengereman Statis : Saat direm tidak terjadi perubahan berat aksel depan ataupun belakang (mobil diam)
- ✓ Pengereman Dinamis : Saat direm berat aksel depan dan belakang berubah (mobil berjalan)

Jika beban aksel berubah : beban aksel depan bertambah dan beban aksel berkurang sedangkan tekanan pengereman sama besar makan rem pada aksel belakan akan terjadi lock brake (roda terkunci). Hal sangat berbahaya karena roda belakang slip dan kendaraan akan melanting (jaw momen) → Pengereman tidak stabil, untuk itu tekanan rem pada aksel belakang harus dikoreksi sehingga tidak terjadi lock-brake.

Diagram Tekanan Rem Maksimum

Gambar 2.83.Grafik Tekanan Rem Maksimum Pada Aksel Depan - Belakang

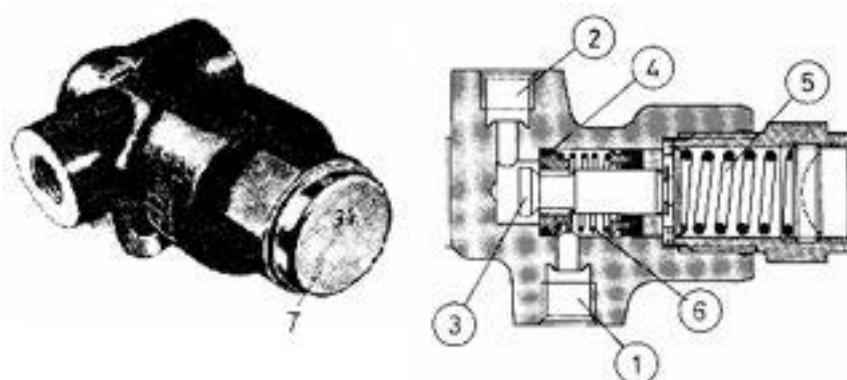
- Diagram ini menunjukkan tekanan rem maksimum dinamis pada aksel belakang, dibanding dengan tekanan rem pada aksel depan
- Kurve A-B-C batas tekanan maksimum rem belakang supaya rem belakang tidak memblokir (slip)
- Kurve A-B-F adalah tekanan rem yang tidak diatur = tekanan rem roda depan sama dengan tekanan rem roda belakang
- Pada titik B = roda mulai memblokir

Di atas kurve ABC roda belakang memblokir
Di bawah kurve ABC roda belakang tidak memblokir
Perlu pengatur tekanan rem … !

Pengatur Tekanan Rem

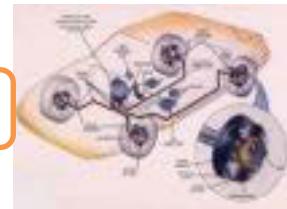
Untuk mengatur tekanan rem pada aksel belakang agar pengereman dapat stabil tanpa terjadi melanting pada kendaraan umumnya ditambahkan katup pengatur tekanan rem, untuk keperluan tersebut katup pengatur yang dipakai pada kebanyakan kendaraan ada beberapa tipe :

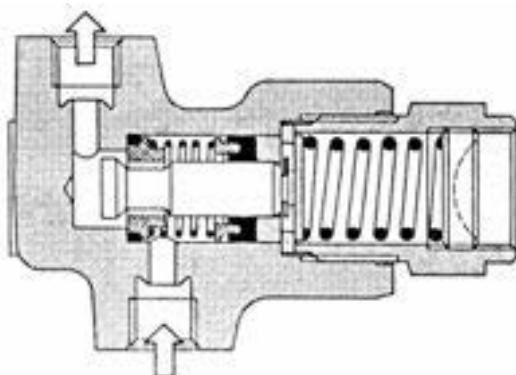
1. Katup Pembatas Tekanan
2. Katup Pengatur Proporsional
3. Katup Pembatas Bola Perlambatan
4. Katup Pengatur Berdasarkan Perubahan beban

Katup Pembatas Tekanan

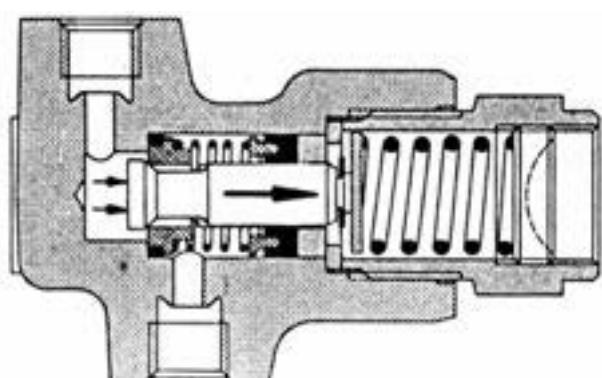
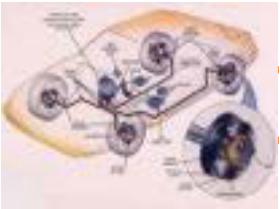
Pada tipe ini adalah pengatur tekanan rem ke roda belakang yang paling sederhana, jadi pada satu batas tekanan tertentu katup ini menutup saluran yang menuju rem aksel belakang sehingga tekanan tidak bisa naik lebih tinggi lagi dari pada batas tertentu.

Gambar 2.84.Kontruksi Katup Pembatas Tekanan

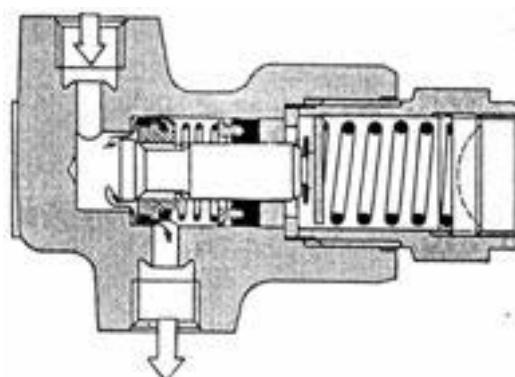
In = Tekanan dari silinder master

Out = Tekanan menuju silinder roda

Cara Kerja

Tekanan masuk masih di bawah tekanan pegas pengatur

Gambar 2.86.Katup Pembatas Tekanan Belum Bekerja

- Torak pengatur didorong ke kanan oleh pegas pengatur tekanan hidraulis
- Torak pengatur membuka saluran hidraulis
- Tekanan hidraulis dari silinder master dapat berhubungan langsung kesilinder roda belakang
- Tidak terjadi perbedaan tekanan antara silinder master dengan silinder roda belakang
- Sil pembuka ditekan oleh pegas pembuka

Tekanan masuk lebih besar daripada tekanan pegas pengatur

Gambar 2.87.Katup Pembatas Tekanan Saat Mulai Bekerja

- Bila tekanan hidraulis silinder master lebih dari batas yang ditentukan, maka torak pengatur bergerak ke kiri dan menutup saluran pembatas
- Tekanan hidraulis silinder roda belakang dibatasi, agar roda tidak memblokir
- Tekanan hidraulis silinder roda dengan lebih besar dari silinder roda belakang

Pedal Dilepas

Gambar 2.88.Katup Pembatas Tekanan Saat Selesai Pengereman

- Tekanan hidraulis silinder master kurang lebih nol bar
- Maka tekanan hidraulis dari silinder roda mampu mendorong torak bersama sil pembuka
- Jadi sil pembuka bergerak ke kanan dan membuka saluran pembatas
- Sehingga tekanan hidraulis dari silider roda dapat mengalir ke silinder master sampai tekanannya nol bar
- Bila sudah tidak terjadi perbedaan tekanan antara silinder roda dengan silinder master, maka, sil pembuka dan torak pengatur kembali ke posisi semula

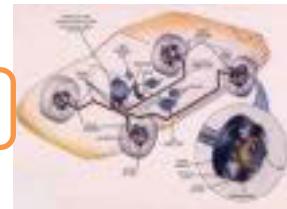
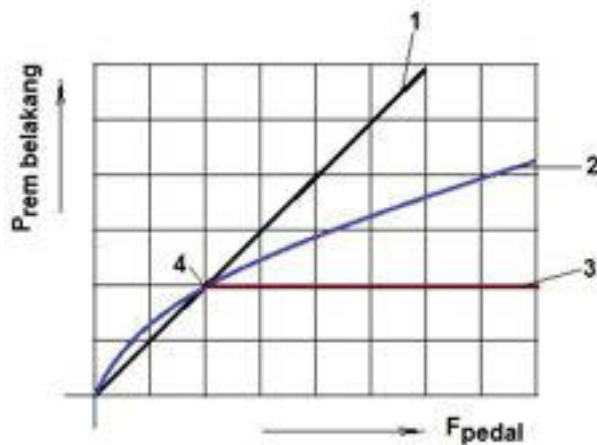



Diagram kerja katup pembatas

Gambar 2.88.Diagram Kerja Katup Pembatas Tekanan

Keterangan ;

1. Tekanan silinder master
2. Tekanan rem belakang ideal
3. Tekanan katup pengatur tekanan
4. Titik patah

✓ Sampai titik 4 telkanan depan dan tekan belaknag sama besarnya

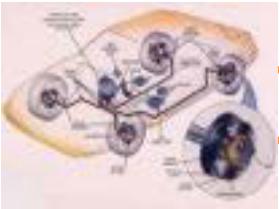
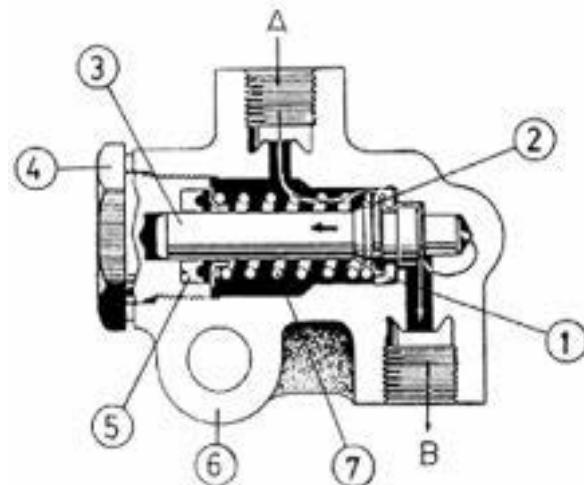
✓ Tekanan lebih dari 34 bar katup beraksi dan tekanan roda belakang tidak naik lagi

✓ Roda tidak bisa memblokir (tekanan di bawah kurve ABC)

Katup Pengatur Proporsional

Perbedaan antara katup pembatas dan katup pengatur proporsional adalah :

⇒ Katup pembatas : Membatasi tekanan secara konstan

⇒ Katup pengatur proporsional : Mengatur tekanan secara proporsionalpengaturan ini diatur oleh torak

Gambar 2.89.Kontruksi Katup Proporsional

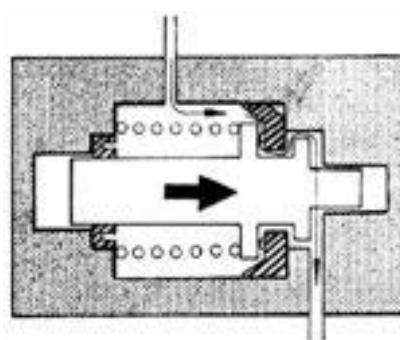
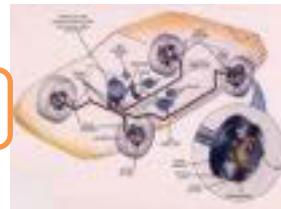
Nama komponen :

1. Sil pembuka
2. Ring penahan pegas
3. Torak pengatur (bertingkat)
4. Pembatas tekanan
5. Sil perapat
6. Rumah katup pengatur
7. Pegas

A = Saluran masuk dari silinder master

B = Saluran keluar ke silinder roda belakang

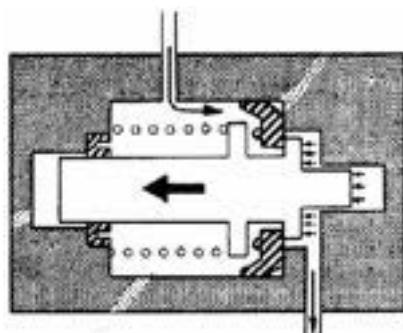
Cara kerja :

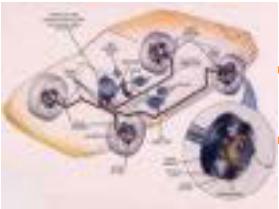
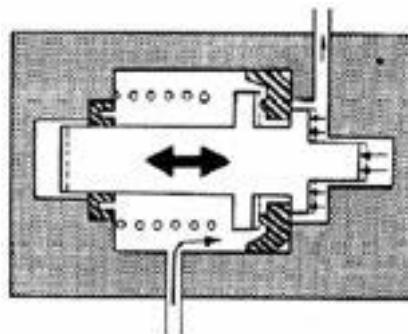
Pedal diinjak / belum bekerja :

Gambar 2.90.Prinsip Kerja Katup Proporsional Saat Normal

- Tekanan hidraulis dari silinder master + 30 bar
- Maka tekanan hidraulis dapat diteruskan ke silinder roda belakang melalui lubang pemasukan
- Tidak terjadi perbedaan tekanan antara silinder master dengan silinder roda
- Torak dan sil pembuka terdorong ke kanan oleh pegas + gaya pada dinding torak A4

  F Torak ke kanan = Pegas + P. A4

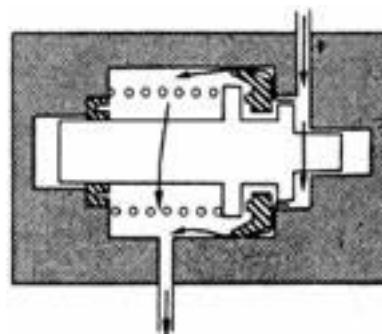
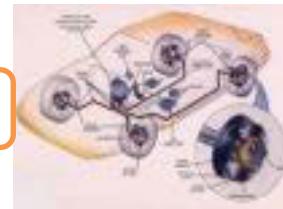
  F Torak ke kiri = P.A3

  F Torak kekanan > F torak ke kiri → torak diam tertahan oleh sil pembuka

  Tekanan sudah diatur

Gambar 2.91.Prinsip Kerja Katup Proporsional Saat Bekerja

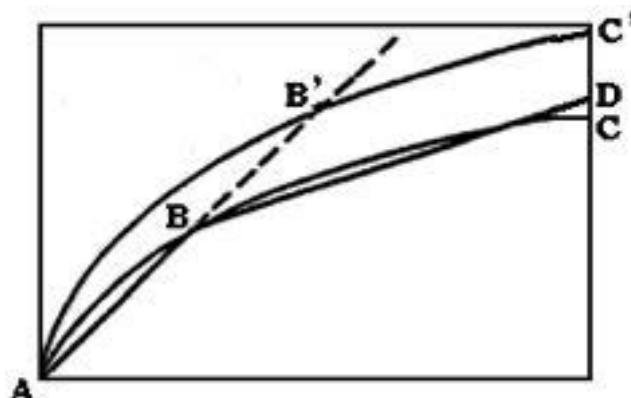
- Tekanan hidraulis silinder master 50 bar
- Karena terdapat perbedaan luas penampang torak di belakang sil pembuka maka torak bergerak ke kiri melawan pegas
- Sehingga torak pengatur menutup lubang pemasukan
- Aliran hidraulis ke silinder roda terputus
- Terjadi perbedaan tekanan antara silinder master dan silinder roda

Tekanan silinder master dtambah

Gambar 2.92.Prinsip Kerja Katup Proporsional Saat Tekanan Ditambah

- Bila tekanan hidraulis ditambah lagi 80 bar
- Maka tekanan hidraulis silinder master lebih besar dari silinder roda belakang
- Sehingga torak pengatur dapat bergerak kekanan dan membuka lubang pemasukan
- Aliran hidraulis mengalir ke silinder roda melalui lubang pemasukan
- Setelah tekanannya sama, maka torak pengatur dapat bergerak ke kiri dan menutup lubang pemasukan lagi
- Ada penambahan tekanan silinder roda belakang
- Demikian seterusnya, sehingga tekanan silinder roda belakang dapat diatur

Pedal dilepas

Gambar 2.93.Prinsip Kerja Katup Proporsional Saat Tekanan Diturunkan

- Tekanan hidraulis silinder master nol bar
- Padahal silinder roda belakang masih bertekanan
- Jadi tekanan hidraulis silinder roda akan mendorong torak pengatur dan sil pembuka bersama – sama bergerak ke kiri
- Hidraulis dari silinder roda dapat mengalir ke silinder master melalui saluran pengembali
- Bila saluran masuk dan keluar tidak bertekanan, maka sil pembuka dan torak pengatur kembali ke posisi semula

F torak ke kanan < F torak ke kiri

Pegas < P. A2

Diagram kerja tekanan hidraulis

Gambar 2.94.Diagram Kerja Katup Proporsional

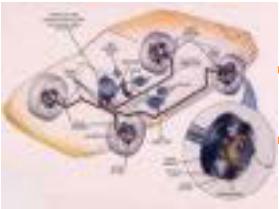
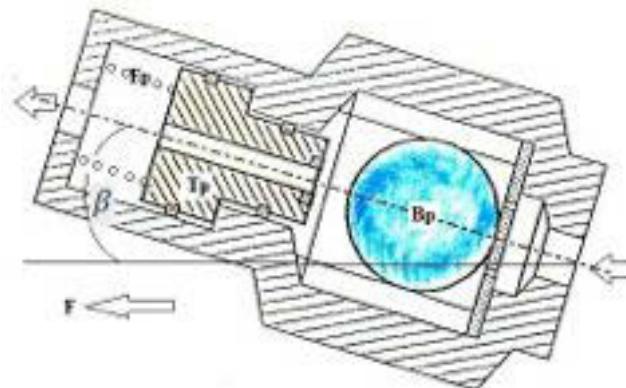
Kurve AB'C' = untuk mobil penuh

Kurve ABC = unuuk mobil kosong

Keuntungan :

- Garis ABD sudah dekat dengan kurve ABC

Kerugian :

- Untuk mobil dengan muatan penuh tidak bisa mengerem secara maksimal
- Untuk mobil dengan muatan penuh jarak rem menjadi panjang

Katup Pengatur berdasarkan Bola perlambatan

Gambar 2.95.Kontruksi Katup Pengatur Bola Perlambatan

Keterangan :

Bp = Bola perlambatan

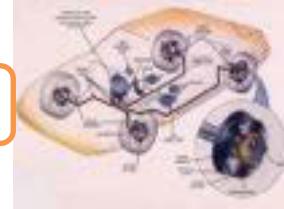
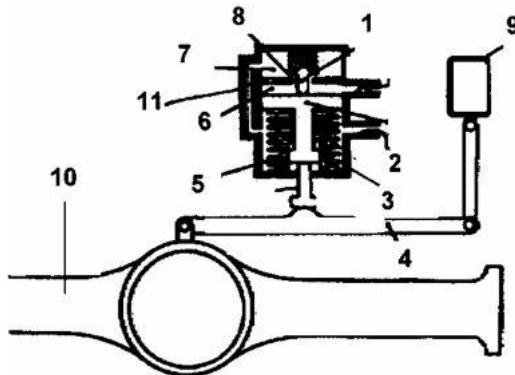
Tp = Torak pengatur proporsional

Fp = Pegas pengatur

β = Sudut pemasangan

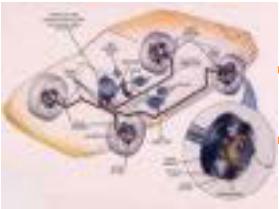
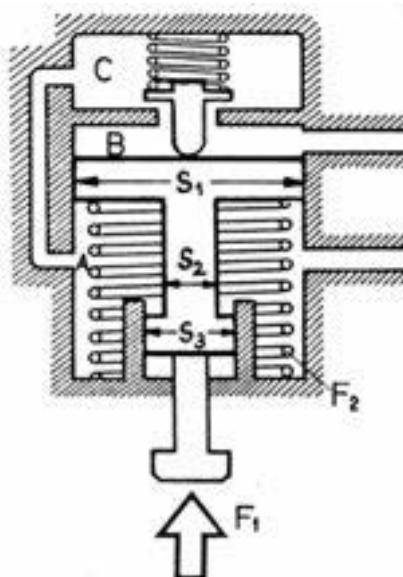
F = Arah pemasangan

Tekanan rem yang mengalir ke silinder roda tergantung dari Bp, Tp dan Fp sehingga bekerjanya merupakan gabungan antara tipe perlambatan dan katup proporsional.

Pada jenis ini pemasangan harus memperhatikan sudut (β) dan arah (F) pemasangannya agar katup pengatur berfungsi dengan benar

Katup pengatur Proposional Sensor Berat

Gambar 2.96.Kontruksi Katup Proporsional Sensor Berat

Nama komponen :

1. Katup pentil
2. Torak pengatur
3. Pegas
4. Lengan torak
5. Ruang A
6. Ruang B
7. Ruang C
8. Saluran pemindah
9. Kerangka
10. Aksel
11. Saluran penghubung
12. Batang dorong torak
13. Rumah katup (terpasang pada casis)

- Lengan torak menghubungkan antara aksel dengan bodi
- Batas gerakan torak pentaur ke bawah diatur oleh posisi lengan pengatur ⎧ tekanan pengereman ke belakang dapat disesuaikan dengan beban kendaraan

Cara kerja :

Gambar 2.97.Cara Kerja Katup Proporsional Sensor Berat Saat Tanpa Beban

Keadaan tanpa beban :

Tekanan cairan rem dari silinder master (“P”) dialirkan keruang A →saluran penghubung →C →B→terus ke silinder roda

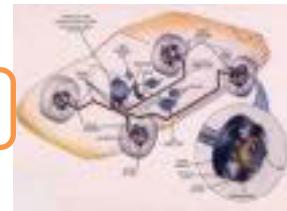
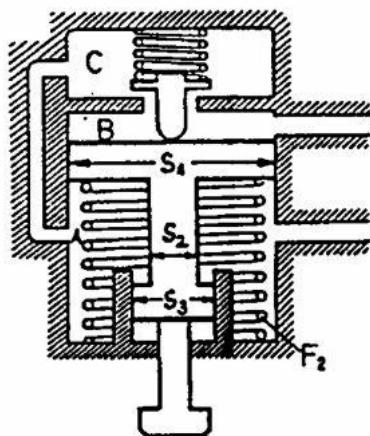
Gaya dorong keatas torak (Ft_1) :

$Ft_1 = F_2 + P. (S_1 - S_2)$

Gaya dorong ke atas torak (Ft_2) :

$Ft_2 = P.S_1 + P (S_3 - S_2)$

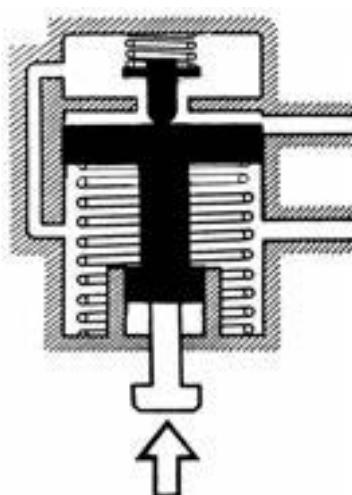
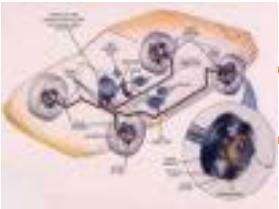
$F_2 =$ Gaya pegas yang besar

Jika tekanan “P” naik →F t_2 > Ft_4→torak pengatur turun sampai ujung batang dorong torak menyentuh lengan torak → katup menutup saluran pemindah → tekanan ke silinder roda belakang tidak dapat dilanjurkan → katup bekerja sesuai batas gerak ke bawah

Kendaraan beban ringan

Gambar 2.98.Cara Kerja Katup Proporsional Sensor Berat Saat Beban Ringan

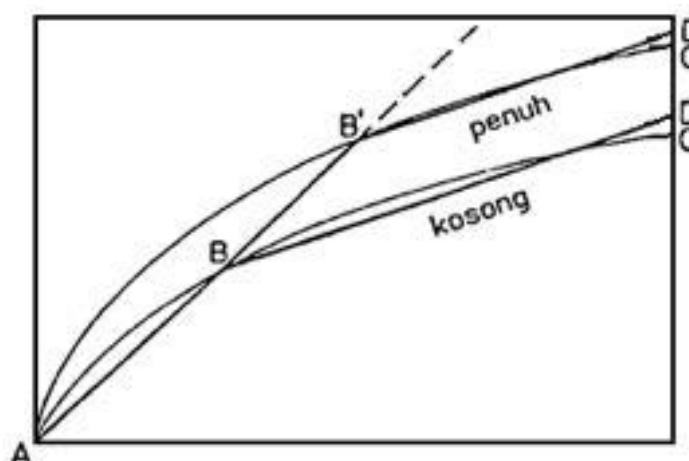
- Jarak A lebih dekat ujung batang dorong torak
- Bila tekanan silinder master "P" → P(S3 - S2) > F2 → Ft > Ft → torak bergerak ke bawah
- Dengan bergeraknya torak ke bawah hingga batang dorong menyentuh lengan → torak → katup bergerak mendekati saluran pemindah

Aliran cairan rem dibatasi oleh pembukaan katup

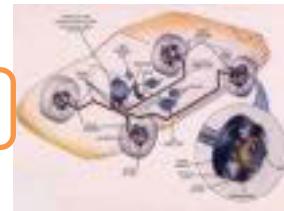
P beban ringan > P tanpa beban

Kendaraan beban berat

Gambar 2.99.Cara Kerja Katup Proporsional Sensor Berat Saat Beban Berat

- Bila beban aksel belakang semakin berat ™ lengan torak bergerak ke atas ™ mendorong torak bergerak ke atas ™ katup membuka semakin lebar
- Posisi katup dipertahankan dengan kuatnya oleh lengan torak ™ katup tetap membuka walau “P” besar

“P” silinder master = “P” silinder roda belakang

Diagram Tekanan

Gambar 2.100.Diagram Kerja Katup Proporsional Sensor Berat

Keuntungan :

- ✓ Mobil ringan : Tekanan sesuai dengan kurve ABC
- ✓ Mobil beban penuh : Tekanan diatur sesuai dengan kurve AB’D’
- ✓ Antara beban mobil kosong dan penuh tekanan diatur sesuai dengan beban aktual (BB’ DD’)
- ✓ Pada waktu pengeremen beban aksel belakang berkurang dan katup segera mengurangi tekanan sesuai beban dinamis

2.6.3. Rangkuman :

1) Fungsi Pengatur Tekanan Rem : untuk mengatur tekanan rem pada aksel belakang agar pengereman dapat stabil tanpa terjadi melanting pada kendaraan

2) Jenis-jenis pengatur tekanan yang ada pada kendaraan :
   - ✓ Katup Pembatas Tekanan
   - ✓ Katup Pengatur Proporsional
   - ✓ Katup Pembatas Bola Perlambatan
   - ✓ Katup Pengatur Berdasarkan Perubahan beban

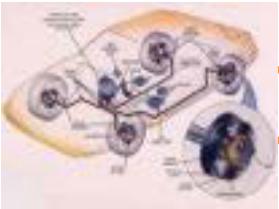
3) Prinsip kerja Katup Pembatas Tekanan
   Membatasi tekanan cairan rem yang ke aksel belakang secara konstan.

4) Prinsip kerja Katup Pengatur Proporsional
   Membatasi tekanan cairan rem yang ke aksel belakang secara proposional.

5) Prinsip kerja Katup Pembatas Bola Perlambatan
   Membatasi tekanan cairan rem yang ke aksel belakang secara proposional berdasarkan gerakan bola perlambatan.

6) Prinsip kerja Katup Pengatur Berdasarkan Perubahan beban
   Membatasi tekanan cairan rem yang ke aksel belakang secara proposional berdasarkan beban kendaraan.

2.6.4. Tugas :

Lakukan pengamatan pada mobil yang ada disekeliling anda terkait dengan jenis-jenis pengatur tekanan rem kemudian tulis hasilnya pada lembar isian !
Lembar isian hasil pengamatan jenis pengatur tekanan rem :

No	Merk Mobil	Jenis Pengatur Tekanan Rem

2.6.5. Tes Formatif

1) Jelaskan Fungsi Pengatur Tekanan Rem !
2) Sebutkan Jenis-jenis pengatur tekanan yang ada pada kendaraan !
3) Jelaskan Prinsip kerja Katup Pembatas Tekanan !
4) Jelaskan Prinsip kerja Katup Pengatur Proporsional !
5) Jelaskan Prinsip kerja Katup Pembatas Bola Perlambatan !
6) Jelaskan Prinsip kerja Katup Pengatur Berdasarkan Perubahan beban !

2.6.6. Lembar Jawaban Tes Formatif :

1) Fungsi Pengatur Tekanan Rem : untuk mengatur tekanan rem pada aksel belakang agar pengereman dapat stabil tanpa terjadi melanting pada kendaraan
2) Jenis-jenis pengatur tekanan yang ada pada kendaraan :
   - ✓ Katup Pembatas Tekanan
   - ✓ Katup Pengatur Proporsional
   - ✓ Katup Pembatas Bola Perlambatan
   - ✓ Katup Pengatur Berdasarkan Perubahan beban
3) Prinsip kerja Katup Pembatas Tekanan

Membatasi tekanan cairan rem yang ke aksel belakang secara konstan.

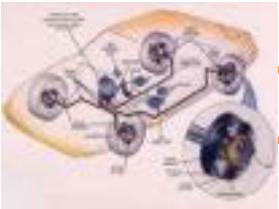
4) Prinsip kerja Katup Pengatur Proporsional
   Membatasi tekanan cairan rem yang ke aksel belakang secara proposional..
5) Prinsip kerja Katup Pembatas Bola Perlambatan
   Membatasi tekanan cairan rem yang ke aksel belakang secara proposional berdasarkan gerakan bola perlambatan.
6) Prinsip kerja Katup Pengatur Berdasarkan Perubahan beban
   Membatasi tekanan cairan rem yang ke aksel belakang secara proposional berdasarkan beban kendaraan.

2.6.7. Lembar Kerja Siswa :

Lakukan pengukuran dan pengujian pengereman kendaraan pada berbagai kondisi sistem hidraulis rem :

1. Kendaraan dengan sistem hidraulik rem tidak menggunakan pengatur tekanan (a. kondisi pengereman roda depan, b. kondisi pengereman roda belakang, c. kondisi pengereman semua roda)
2. Kendaraan dengan sistem hidraulik rem menggunakan pengatur tekanan (a. kondisi pengereman roda depan, b. kondisi pengereman roda belakang, c. kondisi pengereman semua roda)

Catat hasil pengukuran dan pengujian pada lembar Laporan Pengukuran/Pengujian :

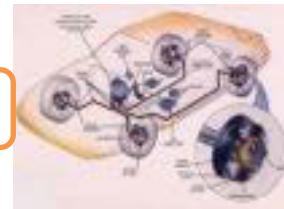
Kendaraan	**Hasil Pengkuran**			**Sifat pengereman**		
	Tekanan Rem Depan	Tekanan Rem belakang	Jarak pengere man	Lock Brake Roda depan	Lock Brake Roda belakang	Terjadi Jawing
Kendaraa-1.: Kondisi (a) Kondisi (b) Kondisi (c)						
Kendaraa-2.: Kondisi (a)						

Kondisi (b) Kondisi (c)						

Dari hasil pengukuran dan pengujian buatlah analisis untuk membuat penjelasan mengapa Pengatur Tekakan pada sistem hidraulis rem sangat penting diaplikasikan pada sistem rem kendaraan :

………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………

BAB 3
SISTEM KEMUDI

3.1. Kegiatan Belajar 1 : Sistem Kemudi

Amati sistem kemudi yang ada pada mobil, kemudian diskusikan terkait dengan komponen-komponen dan cara kerjanya !

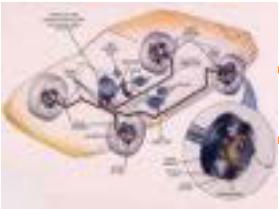
Gambar 3.1. Sistem Kemudi

3.1.1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini siswa diharapkan dapat memahami tentang sistem kemudi dan menyajikan data hasil pengamatan tentang fungsi, jenis-jenis sistem kemudi, komponen dan cara kerja dari sistem kemudi serta dapat melakukan pemeliharaan pada sistem kemudi.

3.1.2. Uraian Materi

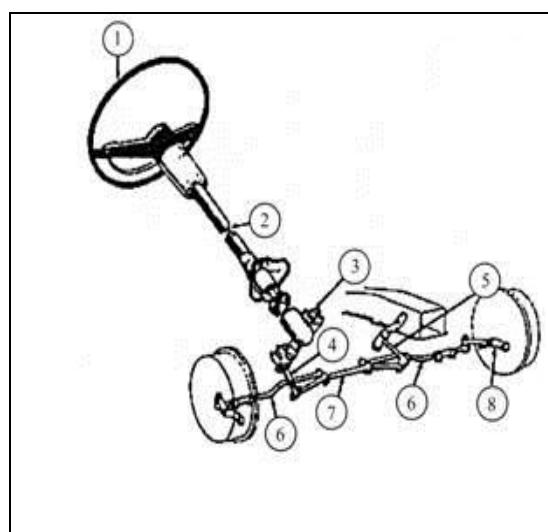
A. Fungsi Sistem Kemudi

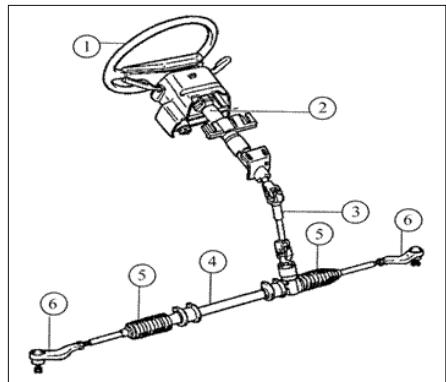
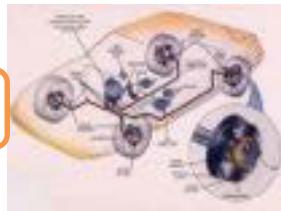
Fungsi sistem kemudi adalah untuk mengatur arah kendaraan dengan cara membelokkan roda depan. Cara kerjanya bila *steering wheel* (roda kemudi) diputar, steering column (batang kemudi) akan meneruskan tenaga putarnya ke *steering gear* (roda gigi kemudi). *Steering gear* akan memperbesar tenaga putar sehingga dihasilkan momen puntir yang lebih besar untuk diteruskan ke

steering lingkage. Steering lingkage akan meneruskan gerakan steering gear ke roda-roda depan.

B. Jenis-jenis Sistem Kemudi

Dilihat dari ada tidaknya bantuan untuk menggerakkan roda gigi kemudi, ada dua jenis sistem kemudi pada kendaraan komersil yaitu :

1. Manual steering

Pada sistem*manual steering* tidak ada tambahan tenaga untuk membelokkan kemudi ke kanan dan ke kiri, pengemudi memerlukantenaga yang cukup kuat. Sistem manual steering terdiri dari *steering wheel, shaft, column, satu manual gear box* dan*pitman arm; drag link dan knuckle arm, tie rod*.

1. *Steering wheel*
2. *Steering coloumn*
3. *Steering gear*
4. *Pitman arm*
5. *Idle arm*
6. *Tie rod*
7. *Relay rod*
8. *Knuckle arm*

Gambar 3.2. Sistem kemudi model *Recirculating ball*

1.Steering wheel

2.Steering coulomn

3.Universal joint

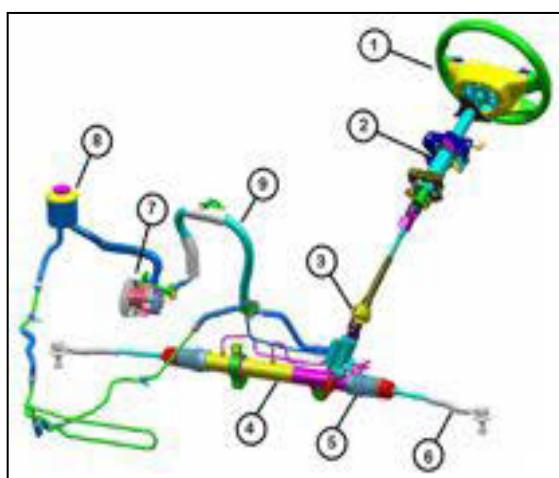
4.Housing steering rack

5.Booth steer

6.Tie rod

Gambar 3.3. Sistem Kemudi model Rack dan pinion

2. *Power steering.*

Dengan *power steering*, pengemudi hanya memerlukan sedikittenaga untuk membelokkan kemudi karena dibantu dengan tenaga hidrolis. Komponen sistem kemudi pada power steering system ditambahkan satu *hydraulic pump; fluid reservoir,*hoses, lines; dan satu tenaga unit power yang dipasang atau menyatu, dengan powersteering gear assembly. Untuk melindungi pengemudi, seluruh steering columns dan shaftsdirancang sedemikian rupa agar tidak melukai pengemudi pada saat terjadi tabrakan.

1.Steering wheel

2.Steering coulomn

3.Universal joint

4.Housing steering rack

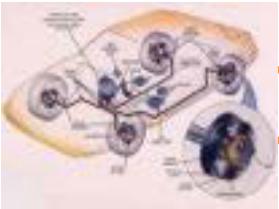
5.Booth steer

6.Tie rod

7. hydraulic pump

8. Fluid reservoir

9. Hoses

Gambar 3.4. Sistem kemudi model Power Steering

Jenis sistem kemudi pada kendaraan menengah sampai besar yang banyak digunakan adalah model *recirculating ball* dan pada kendaraan ringan yang banyak digunakan adalah model *rack dan pinion*. Agar sistem kemudi sesuai dengan fungsinya maka harus memenuhi persyaratan seperti berikut :

- Kelincahannya baik.
- Usaha pengemudian yang baik.
- *Recovery* (pengembalian) yang halus.
- Pemindahan kejutan dari permukaan jalan harus seminimal mungkin.

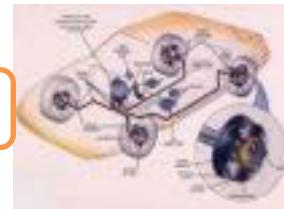
C. Komponen dan Cara Kerja Kemudi Manual

Pada umumnya konstruksi/komponen sistem kemudi terdiri dari tiga bagian utama yaitu :

1. *Steering Coulomn.*

Gambar 3.5. Steering Coulomn

Steering coulomn terdiri dari main shaft yang meneruskan putaran *steering wheel* ke steering gear dan *coulomn tube* yang mengikat main shaft ke body. Bagian ujung atas dari main shaft dibuat meruncing dan bergerigi sebagai tempat mengikatkan *steering wheel* dengan sebuah mur pengikat.

Bagian bawah main shaft dihubungkan dengan steering gear menggunakan *flexibel joint* atau *universal joint* yang berfungsi untuk

menahan dan memperkecil kejutan dari steering gear ke steering wheel yang diakibatkan oleh keadaan jalan.

Steering coulomn harus dapat menyerap gaya dorong dari pengemudi dan dipasangkan pada body melalui bracket coulomn tipe breakaway sehingga dapat bergeser turun pada saat terjadinya tabrakan.

Pada kendaraan tertentu,steering coulomn dilengkapi dengan :

- *Steering lock* yang berfungsi untuk mengunci main shaft.
- *Tilt steering* yang berfungsi untuk memungkinkan pengemudi menyetel posisi *vertikal steering wheel*.
- *Telescopic steering* yang berfungsi untuk mengatur panjang main shaft,agar diperoleh posisi yang sesuai.

2. *Steering Gear*

Gambar 3.6. Steering Gear

Steering Gear berfungsi untuk mengarahkan roda depan dan dalam waktu yang bersamaan juga berfungsi sebagai gigi reduksi untuk meningkatkan momen agar kemudi menjadi ringan.

Steering gear ada beberapa type dan yang banyak di gunakan adalah type recirculating ball dan rack and pinion. Berat ringannya kemudi ditentukan oleh besar kecilnya perbandingan *steering gear* dan umumnya berkisar antara 18 sampai 20:1. Perbandingan steering gear yang semakin besar

akan menyebabkan kemudi semakin ringan akan tetapi jumlah putarannya semakin banyak, untuk sudut belok yang sama.

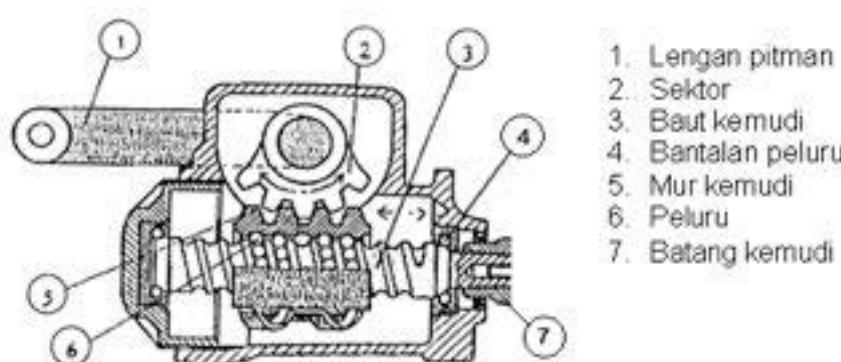
Perbandingan *steering gear* (*tipe recirculating bal*l)

$$i = \frac{\text{Jumlah putaran roda kemudi (derajat)}}{\text{Jumlah gerakan pit man arm (derajat)}}$$

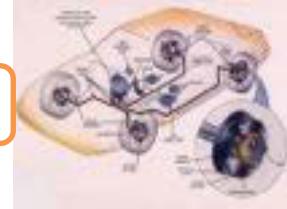
Perbandingan *steering gea*r *(tipe rack and pinion*)

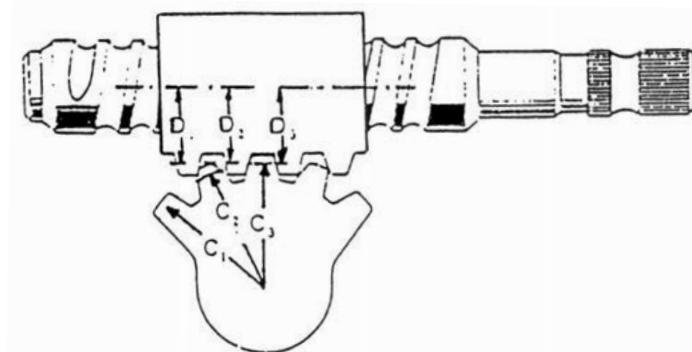
$$i = \frac{\text{Jumlah putaran roda kemudi (derajat)}}{\text{besarnya sudut belok roda depan(derajat)}}$$

Macam-macam tipe steering gear :

1) Tipe Recirculating Ball

Gambar 3.7. Steering gear tipe recirculation ball

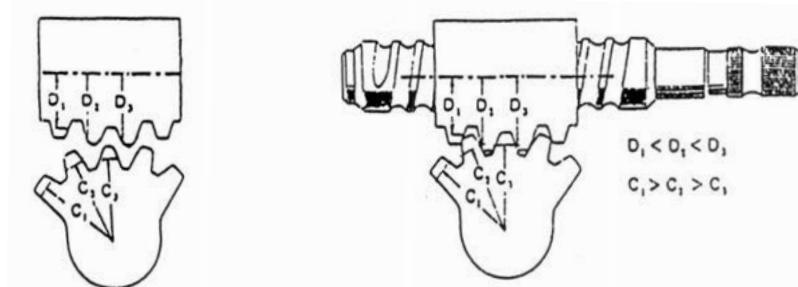
Cara kerja :

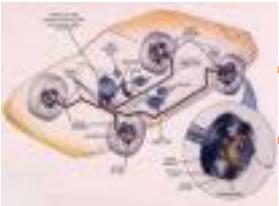
Bila roda kemudi diputar, maka gerakan ini diteruskan ke worm shaft/poros cacing/baut kemudi, sehingga mur kemudi akan bergerak mendatar kekiri atau kanan. Sementara mur kemudi bergerak, sektor shaft juga akan ikut berputar menggerakkan lengan pitman yang diteruskan ke roda depan melalui batang-batang kemudi/*steering linkage*.

Perbandingan gigi :

- Perbandingan gigi tetap

Gambar 3.8 Perbandingan gigi tetap sektor dan warm

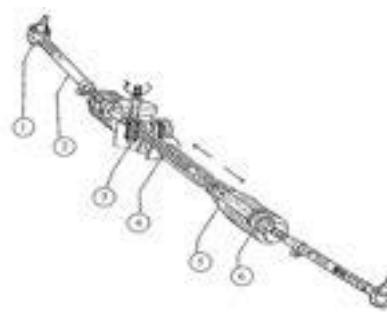
Karena jarak gigi sektor sama (C1=C2=C3) dan jarak gigi warm juga sama (D1=D2=D3), maka perbandingan giginya selalu sama :

$$i = \frac{C1}{D1} = \frac{C2}{D2} = \frac{C3}{D3}$$

- Perbandingan bervariasi (tidak tetap)

Gambar 3.9 Perbandingan gigi tidak tetap sektor dan warm

Karena jarak gigi sektor tidak sama (C1>C2>C3) dan jarak gigi warm juga tidak sama (D1<D2<D3), maka perbandingan gigi juga tidak sama, yaitu :

$$i1 = \frac{C1}{D1}, \qquad i2 = \frac{C2}{D2}, \qquad i3 = \frac{C3}{D3}$$

Dimana : i1 > i2 . i3

2) Tipe rack and pinion

Gambar 3.10. Steering gear tipe rack dan pinion

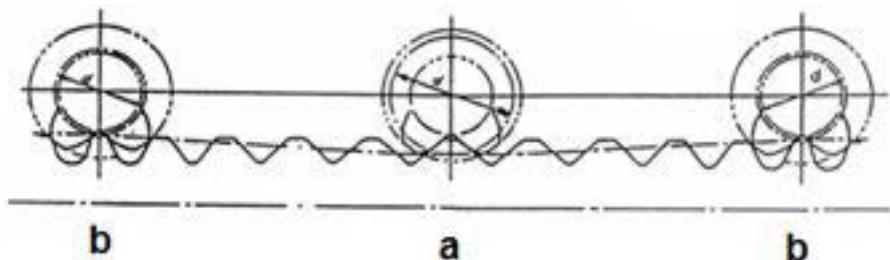
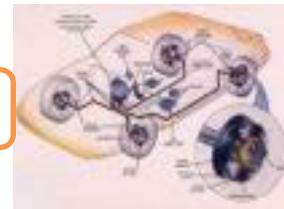
Cara kerja :

Bila roda kemudi diputar, maka gerakan diteruskan ke roda gigi pinion. Roda gigi pinion selanjutnya akan menggerakkan roda gigi rack searah mendatar. Gerakan rack ini diteruskan ke steering knuckle melalui tie rod sehingga roda membelok.

Ada dua kondisi atau situasi yang terkait pengemudian :

- Pada jalan raya, diperlukan pengemudian langsung
  (Pengemudi merasakan gaya pengemudian pada roda kemudi)
- Pada saatparkir, diperlukan gaya pengemudian yang ringan

Maka dibutuhkan perbandingan gigi bervariasi pada sistem kemudi rak dan pinion. Untuk keperluan tersebut maka konstruksi dibuat :

- Jarak puncak gigi pada rak dibuat tidak sama
- Pada setiap putaran pinion, terjadi perubahan gerak rak dengan jarak yang berubah-ubah

Gambar 3.11. Perbandingan gigi rak dan pinion

Saat pinion ditengah rak " a "

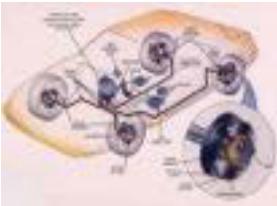
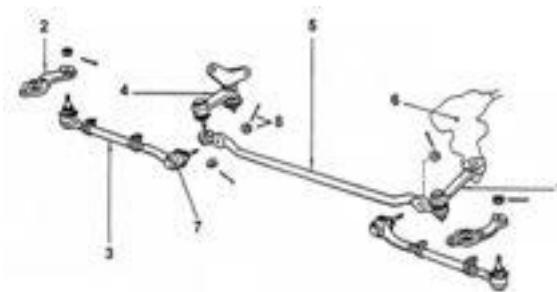
- Diameter kontak pinion besar
- Jarak gerak rak panjang
- Gaya kemudi berat, sudut belok roda besar

Sudut pinion dipinggir rak " b "

- Diameter kontak pinion kecil
- Jarak gerak rak pendek
- Gaya kemudi ringan,tetapi sudut belok roda kecil

3. Steering Linkage

Steering linkage atau sambungan kemudi terdiri dari rod (batang) dan arm (lengan) yang meneruskan tenaga gerak dari steering gear ke roda depan. Gerakan roda kemudi harus diteruskan ke roda-roda depan dengan akurat walaupun mobil bergerak naik turun. Ada beberapa jenis sambungan kemudi/steering linkage yaitu :

a. Sambungan kemudi pada gigi kemudi jenis bola sirkulasi atau pada gigi kemudi model cacing dan rol.

Gambar 3.12. Sambungan kemudi jenis bola sirkulasi

Nama-nama bagian :

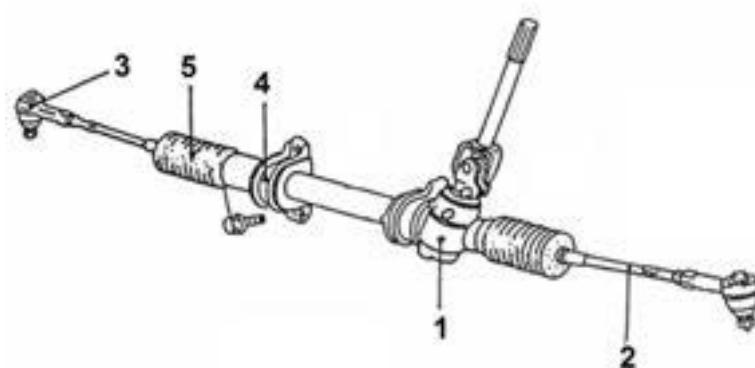
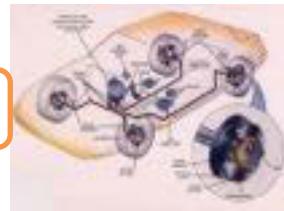
1. Lengan pitman
2. Lengan knuckle
3. Tie rod
4. Lengan idler
5. Lengan penghubung
6. Gigi kemudi
7. Sambungan bola
8. Mur dan pengunci sambungan

Keuntungan dari jenis ini adalah :

- Getaran dapat diredam dan mampu mengimbangi kerja suspensi
- Lebih ringan

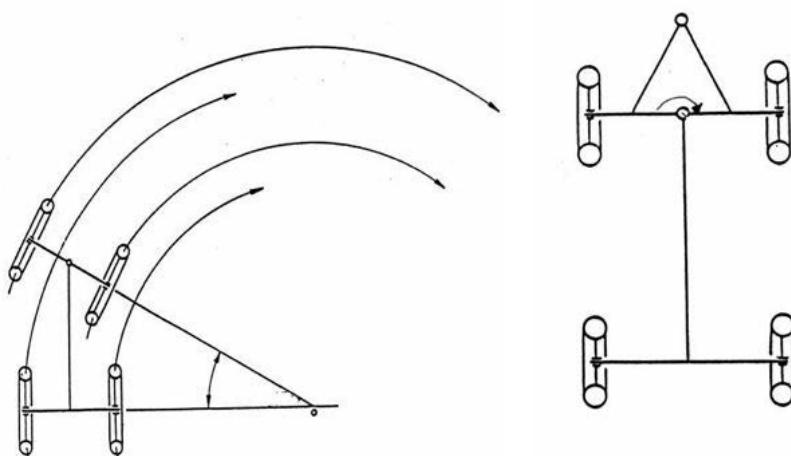
Sementara kerugiannya :

- Konstruksinya rumit
- Harganya relatif mahal

b. Sambungan Kemudi Pada Gigi Kemudi Jenis Rak Dan Pinion

Gambar 3.13. Sambungan kemudi jenis rak dan pinion

Nama-nama bagian :

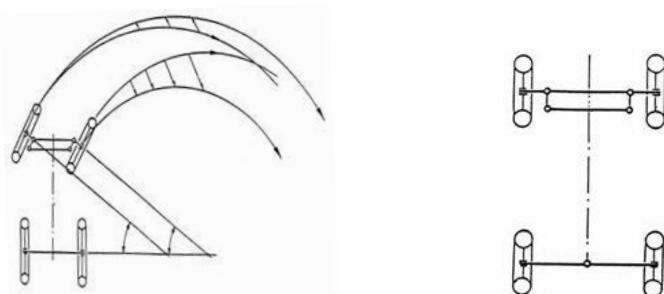
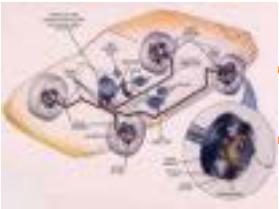
1. Gigi kemudi
2. Tie rod
3. Sambungan peluru
4. Klem pengikat gigi kemudi (Pada body)
5. Karet penutup

Macam – Macam Lengan Sambungan Kemudi :

a. Sambungan Kemudi Lengan King-Pin

Gambar 3.14. Kemudi lengan King Pin

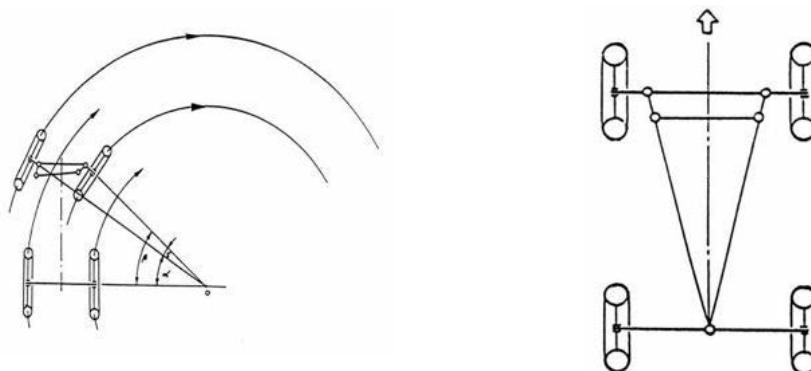
Pada konstruksi ini lengan kemudi menggerakkan aksel dan berputar pada titik pusat, maka sudut belok roda kiri = sudut belok roda kanan.

Contoh pemakaian : Truk Gandeng

b. Sambungan Kemudi Lengan paralel

Gambar 3.15. Kemudi lengan pararel

Pada konstruksi Lengan kemudi paralel saat belok :

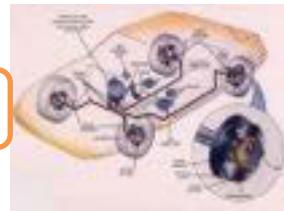
Sudut belok kiri = sudutbelok kanan

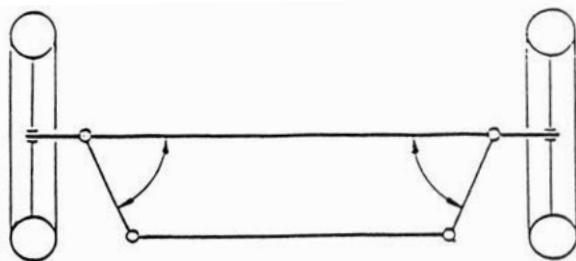
Dengan sudut belok yang sama tidak didapatkan titik pusat lingkaran belok yang sama akibatnya terjadi gesekan antara ban dengan jalan

c. Sambungan Kemudi Lengan Trapesium

Gambar 3.16. Kemudi lengan trapesium

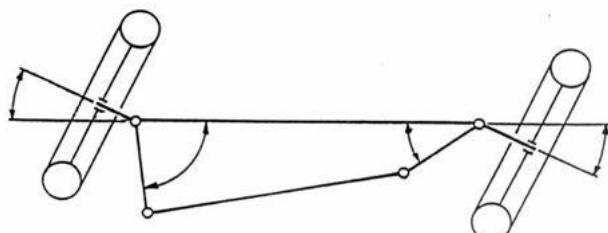
Pada konstruksi sambungan kemudiLengan trapesium (Prinsip Acherman Janteau), pada saat belok :

Sudut belok roda kiri ≠ sudut belok roda kanan

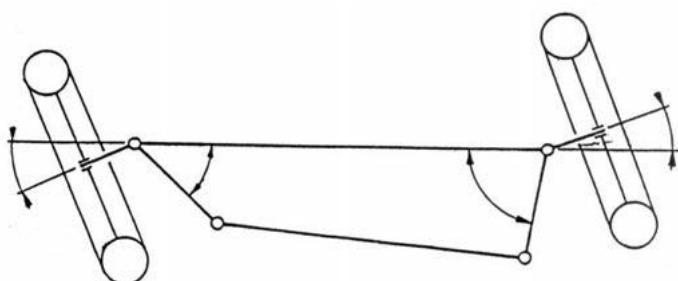
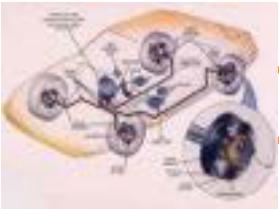
Dengan prinsip Achermann Janteau didapatkan titik pusat lingkaran belok semua roda yang sepusat sehingga kendaraan dapat membelok dengan baik tanpamenimbulkan gesekan antara ban dengan permukaan jalan

Sudut belok kendaraan lengan trapesium :

a. Kondisi Lurus

Gambar 3.17. Kemudi lengan trapesium posisi lurus

b. Kondisi belok ke kanan 30 derajat

(Sudut belok kanan > sudut belok kiri)

Gambar 3.18. Kemudi lengan trapesium posisi belok kanan

c. Belok ke kiri 20 derajat

(Sudut belok kiri > sudut belok kanan)

Gambar 3.19. Kemudi lengan trapesium posisi belok kiri

4. *Komponen Kemudi Lainnya*

Komponen sistem kemudi lainnya bergantung pada jenis kemudi yang digunakan antara lain :

1. Steering wheel.

Ada beberapa macam roda kemudi ditinjau dari konstruksinya yaitu :

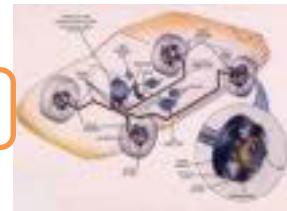
a. Roda kemudi besar

Gambar 3.20. Roda kemudi besar

Bentuk ini mempunyai keuntungan, yaitu mendapatkan momen yang besar sehingga pada waktu membelokkan kendaraan akan terasa ringan dan lebih stabil.

b. Roda kemudi kecil

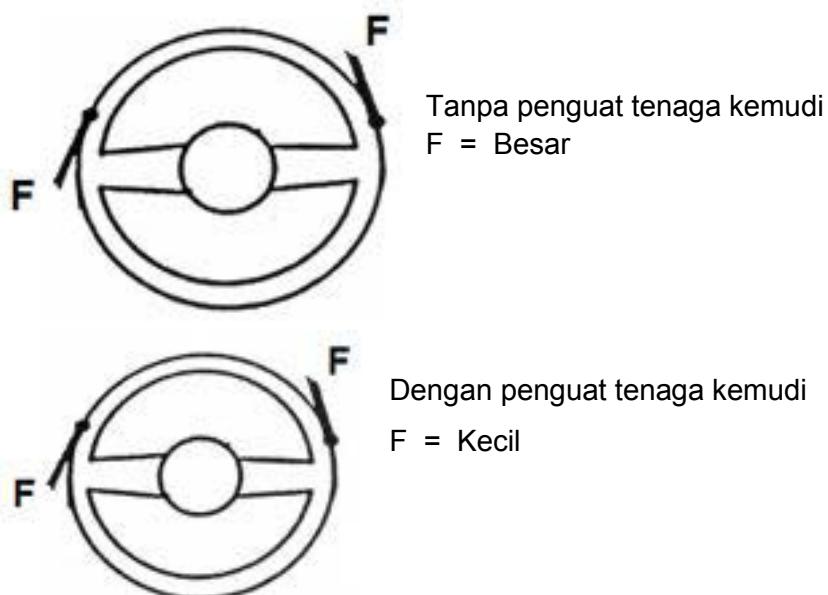
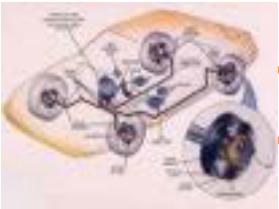
Gambar 3.21.Roda kemudi kecil

Mempunyai keuntungan tidak memakan tempat dan peka terhadap setiap gerakan yang diberikan pada saat jalan lurus, akan tetapi dibutuhkan tenaga besar untuk membelokkan kendaraan karena mempunyai momen kecil

c. Roda kemudi ellips

Gambar 3.22. Roda kemudi ellips

Model ini dapat mengatasi kedua-duanya karena merupakan gabungan roda kemudi besar dan kecil.

D. Penguat Tenaga Kemudi (Power Steering)

Penguat tenaga kemudi adalah peralatan tambahan pada sistem kemudi yang berfungsi untuk meringankan kerja pengemudian.

Gambar 3.23. Perbandingan tenaga kemudi

Hal – hal yang mempengaruhi beratnya kemudi adalah :

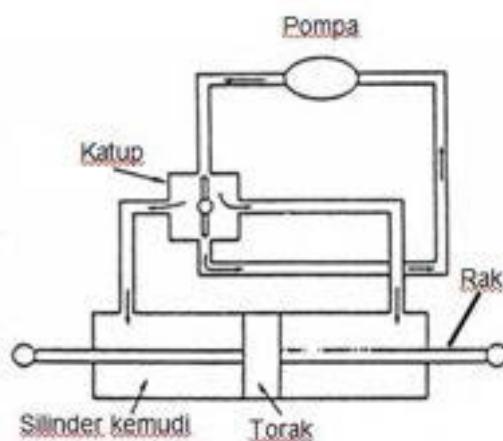
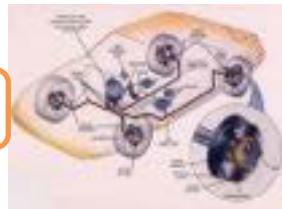
- Kecepatan rendah (Contoh : parkir)
- Kesalahan penyetelan geometri roda
- Tekanan ban rendah
- Profil ban (lebar ban)
- Perbandingan gigi kemudi yang tinggi
- Kerusakan pada sistem pompa

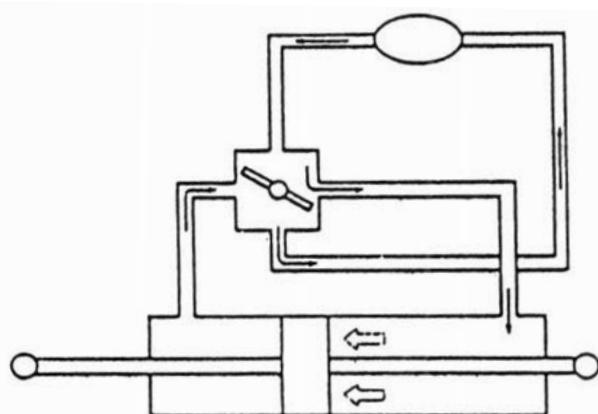
Jenis-jenis power steering :

a. Hidrolic Power Steering
b. Electronic Power Steering

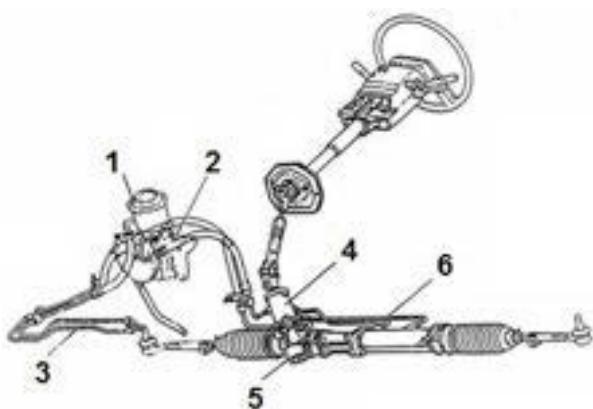
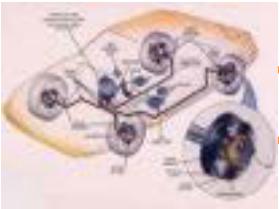
Prinsip kerja hidrolic power steering :

- Penguat tenaga kemudi bekerja atas dasar tekanan fluida (fluida yang digunakan biasanya ATF), Automatic Transmission Fluida
- Tekanan fluida didapatkan dari pompa yang digerakkan oleh motor.
- Tekanan fluida diatur oleh katup untuk diarahkan ke silinder sebelah kiri atau kanan (pada saat belok) atau dikembalikan ke reservoir (pada saat jalan lurus)

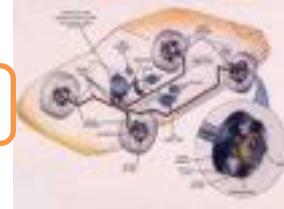
Pada posisi jalan lurus :

Gambar 3.24. Prinsip kerja hidrolik power steering saat lurus

Ketika katup pada posisi netral, tekanan fluida langsung kembali ke reservoir sehingga tekanan didalam silinder kanan dan kiri sama dan torak diam (tidak ada tekanan fluida yang mendorongnya).

Pada posisi belok :

Gambar 3.25. Prinsip kerja hidrolik power steering saat belok

Ketika katup bergerak mengatur arah aliran tekanan fluida, maka fluida terdorong torak di dalam salah satu silinder sehingga ada bantuan tenaga. Selanjutnya tekanan fluida dari silinder dan mengalir kembali ke reservoir

Konstruksi Sistem Penguat Tenaga Kemudi/Power Steering

Gambar 3.26. Konstruksi power steering

Keterangan :
1. Reservoar
2. Pompa
3. Pipa pendingin
4. Unit pengatur sirkit aliran minyak
5. Rumah gigi kemudi
6. Saluran pembagi

3.1.3. Rangkuman

1. Fungsi sistem kemudi adalah untuk mengatur arah kendaraan dengan cara membelokkan roda depan.
2. Dilihat dari ada tidaknya bantuan untuk menggerakkan gigi kemudi, ada dua jenis sistem kemudi pada kendaraan komersil yaitu :
   - ➢ Manual steering/kemudi manual
   - ➢ Power Steering/kemudi dengan tenaga penguat
3. Dilihat dari gigi kemudi, sistem kemudi dapat dikelompokkan menjadi :
   - ➢ Steering Gear tipe Recirculation Ball
   - ➢ Steering Gear tipe Cacing dan Roll
   - ➢ Steering Gear tipe Rack dan Pinion
4. Pada umumnya konstruksi/komponen sistem kemudi terdiri dari tiga bagian utama yaitu :
   - ➢ Steering Coloumn
   - ➢ Steering Gear
   - ➢ Steering Linkage
5. Komponen sistem kemudi pada power steering system sama dengan komponen sistem kemudi manual hanya ditambahkan satu *hydraulic pump; fluid reservoir,*hoses, lines; dan satu tenaga unit power yang dipasang atau menyatu, dengan powersteering gear assembly.

6. Cara kerja sistem kemudi manual :

   Bila *steering wheel* (roda kemudi) diputar, steering column (batang kemudi) akan meneruskan tenaga putarnya ke *steering gear* (roda gigi kemudi). *Steering gear* akan memperbesar tenaga putar sehingga dihasilkan momen puntir yang lebih besar untuk diteruskan ke *steering lingkage. Steering lingkage* akan meneruskan gerakan steering gear ke roda-roda depan.

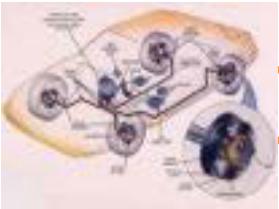
3.1.4. Tugas

1. Lakukan pemeriksaan dan penyetelan gigi kemudi cacing pada kendaraan di bengkel sekolah anda sesuai dengan SOP !
2. Setelah itu lakukan penyetelan sambungan !

3.1.5. Tes Formatif

1. Jelaskan fungsi sistem kemudi pada kendaraan !
2. Sebutkan jenis sistem kemudi berdasarkan ada tidaknya bantuan untuk menggerakkan gigi kemudi !
3. Sebutkan komponen utama sistem kemudi manual !
4. Sebutkan komponen utama sistem kemudi power steering !
5. Jelaskan cara kerja sistem kemudi

3.1.6. Lembar Jawaban Tes Formatif

1. Fungsi sistem kemudi adalah untuk mengatur arah kendaraan dengan cara membelokkan roda depan.
2. Dilihat dari ada tidaknya bantuan untuk menggerakkan gigi kemudi, ada dua jenis sistem kemudi pada kendaraan komersil yaitu :
   - Manual steering/kemudi manual
   - Power Steering/kemudi dengan tenaga penguat
3. Komponen sistem kemudi manual terdiri dari tiga bagian utama yaitu :
   - Steering Coloumn
   - Steering Gear
   - Steering Linkage

4. Komponen sistem kemudi power steering :
   Sama dengan komponen sistem kemudi manual hanya ditambahkan satu *hydraulic pump; fluid reservoir,*hoses, lines; dan satu tenaga unit power yang dipasang atau menyatu, dengan powersteering gear assembly.
5. Cara kerja sistem kemudi :
   Bila *steering wheel* (roda kemudi) diputar, steering column (batang kemudi) akan meneruskan tenaga putarnya ke *steering gear* (roda gigi kemudi). *Steering gear* akan memperbesar tenaga putar sehingga dihasilkan momen puntir yang lebih besar untuk diteruskan ke *steering lingkage. Steering lingkage* akan meneruskan gerakan steering gear ke roda-roda depan.

3.1.7. Lembar Kerja Siswa

1. Pemeriksaan dan penyetelan gigi kemudi cacing

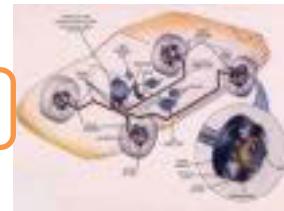
Tujuan pelajaran

- ➢ Mengontrol banyaknya oli gigi kemudi
- ➢ Menambah/mengurangi oli gigi kemudi
- ➢ Menyetel gigi kemudi

Alat :

- ➢ Alat pengankat mobil
- ➢ Penyangga
- ➢ Kotak alat
- ➢ Batang pengukur (kawat las)
- ➢ Pipet
- ➢ Kan oli

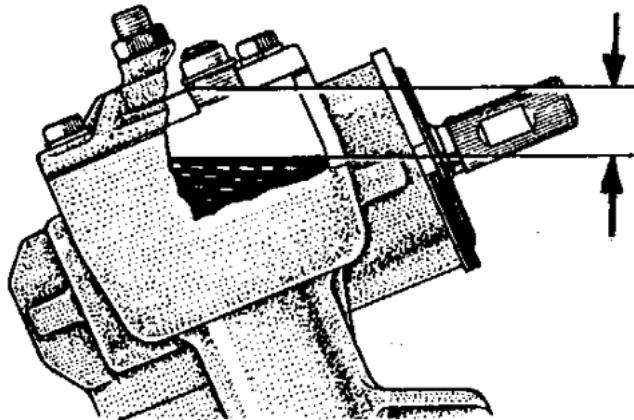
Bahan :

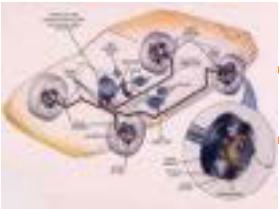
- ➢ Mobil

Keselamatan kerja :

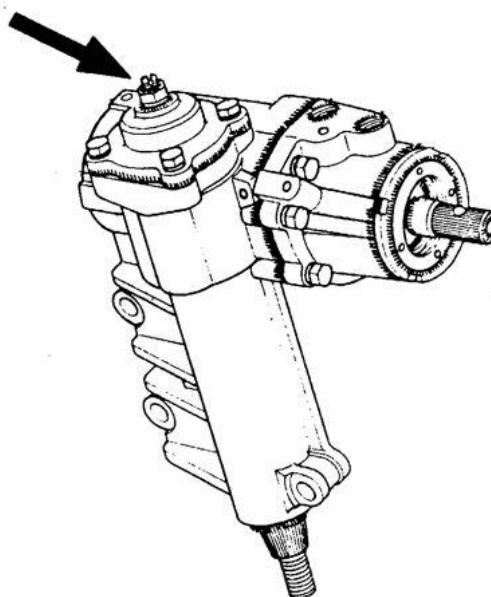
Dilarang bekerja di bawah mobil yang diangkat tanpa penyangga yang baik.I

Langkah kerja :

Pemeriksaan batas permukaan oli

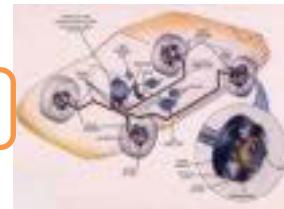
- Buka baut pada lubang pengisi oli.
- Periksa batas permukaannya dengan batang pengukur, (dapat dengan kawat las).
- Jika terlalu rendah, tambahkan oli. gunakan oli mesin atau oli transmisi.
- Jika permukaan oli terlalu tinggi, kurangi oli dengan menggunakan karet pengisap (pipet).

Hasil Pemeriksaan
....

Gambar 3.27. Pemeriksaan permukaan oli gigi kemudi

Pemeriksaan dan penyetelan gigi kemudi

- Angkat kendaran, sehingga roda depan bebas dari lantai, dan luruskan posisi roda depan.
- Periksa kebebasan gigi kemudi, dengan cara menggerak-gerakkan roda kemudi ke kiri dan ke kanan sambil memperhatikan lengan pitmen mulai bergerak.
- Jika ada kebebasan, stel pada baut penyetelnya.

Hasil Pemeriksaan
....

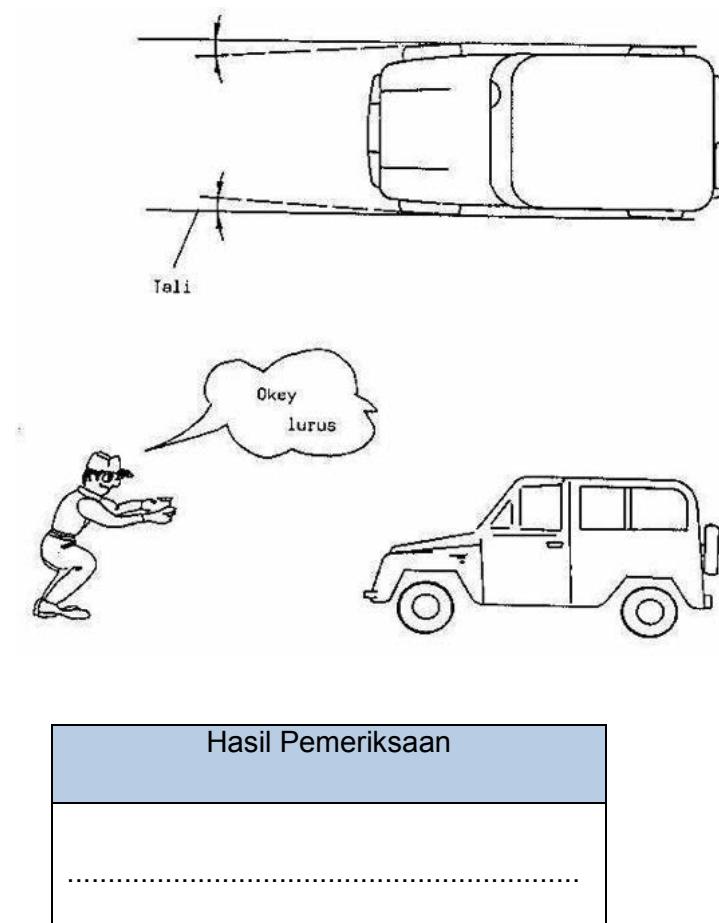
Gambar 3.28. Pemeriksaan dan penyetelan gigi kemudi

Catatan :

Jika penyetelan dilaksanakan pada posisi roda yang tidak lurus (belok kiri/kanan), maka hasil penyetelannya tidak akurat. Karena pada saat roda tidak lurus, kebebasan gigi kemudinya adalah yang paling besar. Kalau penyetelan dilakukan pada posisi tersebut, maka pada pada posisi roda lurus, kebebasan kemudinya hilang, gigi kemudi menjadi rapat dan gerakan kemudi menjadi berat.

2. Penyetelan Sambungan Kemudi

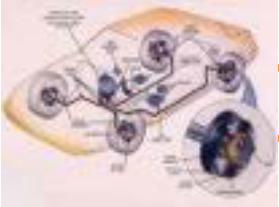
Langkah awal :

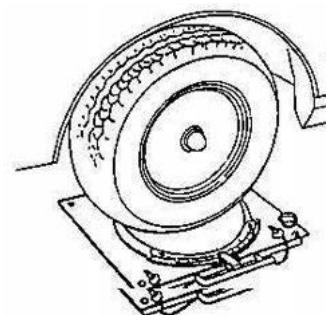
Tentukan posisi tengah gigi kemudi

- Simpangan roda ke kiri dan ke kanan harus sama
- Posisi lengan pit man harus kebawah atau lurus dengan mobil
- Luruskan posisi roda depan sehingga sejajar dengan mobil, dapat dicek dengan tali atau diperhatikan dengan penglihatan

Hasil Pemeriksaan
....

Gambar 3.29. Menentukan posisi lurus kendaraan

Langkah penyetelan

- Ukur toe-in dan stel sesuai dengan buku pedoman
- Ulangi pemeriksaan posisi tengah gigi kemudi, bila tidak tepat stel lagi sampai betul

Pemeriksaan Sudut Belok Roda Depan

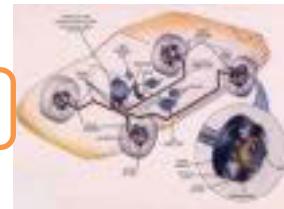
- Luruskan roda depan dan dorong, sehingga roda depan naik diatas meja pengukur sudut belok
- Tepatkan skala pada meja pengukur sudut beok ke posisi “O” dan lepas penguncinya

Gambar 3.30. Roda di atas meja skala

- Putar roda depan kekanan dan kekiri, sewaktu roda belok kekanan ataupun kekiri, periksa besar sudut luar dan sudut dalam, sudut dalam lebih besar daripada sudut luar

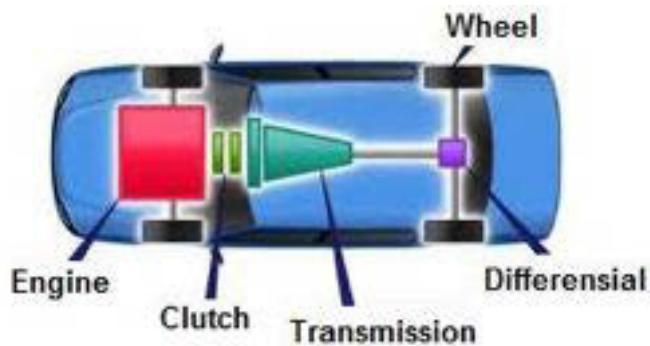
  --→ Besar sudut luar maupun dalam pada waktu belok kekiri maupun kekanan harus sama

  --→ Besar sudut luar dan dalam dapat dilihat pada buku manual

Penyetelan sudut belok roda depan

- Penyetelan dilakukan setelah toe-in betul dan roda pada posisi lurus
- Stel baut penyetel pembatas belok sampai didapatkan harga yang sesuai
- Setelah penyetealan, kencangkan mur penguncinya

BAB 4
SISTEM PEMINDAH TENAGA

4.1. Kegiatan Belajar : Kopling

- Amatilah komponen-komponen sistem pemindah tenaga pada kendaraan kemudian diskusikan : “apa terjadi seandainya kendaraan tidak pakai kopling/clutch ?”

Gambar 4.1. Komponen sistem pemindah tenaga pada kendaraan

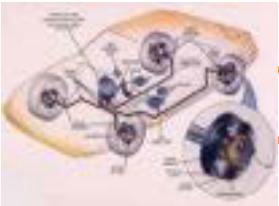
- Diskusikan dengan teman anda, mengapa kopling perlu distel ?

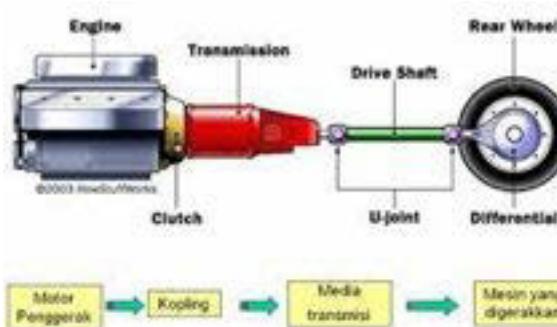
4.1.1. Tujuan Kegiatan Belajar

Setelah mempelajari materi ini siswa diharapkan dapat memahami kopling dan dapat menyajikan data hasil pengamatan tentang fungsi, komponen dan cara keja kopling sertadapat melakukan pemeliharaan/penyetelan unit kopling.

4.1.2. Uraian Materi

A. Pengertian Kopling

Kopling dan komponen pengoperasiannya merupakan bagian dari sistem pemindah tenaga dari sebuah kendaraan, yaitu sistem yang berfungsi memindahkan tenaga dari sumber tenaga (mesin) ke roda kendaraan (pemakai/penggunaan tenaga). Kopling (*clutch*) terletak di antara mesin dan

transmisi dan berfungsi memutus dan menghubungkan putaran/tenaga dari mesin ke transmisi. Pemindahan tenaga dari mesin kesistem penggerak pada kendaraan, tentunya diperlukan suatu proses yang halus tanpa adanya kejutan, yang menyebabkan ketidak nyamanan bagi pengendara dan penumpang.

http://faisalyusuf13.blogspot.com/

Gambar 4.2.Konstuksi sistem pemindah tenaga pada kendaraan

Untuk itu diharapkan kopling harus memiliki syarat-syarat sebagai berikut:

a) Harus dapat memutus dan menghubungkan putaran mesin ke transmisi dengan lembut.

b) Harus dapat memindahkan tenaga mesin tanpa terjadi slip.

c) Harus dapat memutuskan hubungan dengan sempurna dan cepat.

B. Jenis-jenis kopling

1) Kopling Gesek

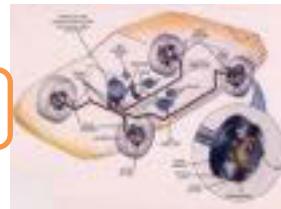
Yaitu kopling yang melakukan pemindahan daya dengan memanfaatkan gaya gesek yang terjadi pada bidang gesek.

Kopling gesek dapat diklasifikasikan/dikelompokkan sebagai berikut :

a) Dilihat dari bentuk bidang geseknya dibedakan menjadi 2 yaitu :

- Kopling piringan (*disc clutch*)

  Kopling piringan adalah unit kopling dengan bidang gesek berbentuk piringan atau disc.

- Kopling konis (*cone clutch*)

Kopling konis adalah unit kopling dengan bidang gesek berbentuk konis.

b) Dilihat dari jumlah piringan/ plat yang digunakan, kopling gesek dibedakan menjadi 2 yaitu :

- Kopling plat tunggal

  Kopling plat tunggal adalah unit kopling dengan jumlahpiringan koplingnya hanya satu.

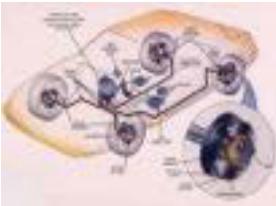
www.futuremotorsports.com

Gambar 4.3.Konstruksi unit kopling plat tunggal

- Kopling plat ganda/ banyak

  Kopling plat banyak adalah unit kopling dengan jumlah piringan lebih dari satu.

www.futuremotorsports.com

Gambar 4.4.Konstruksi unit kopling plat ganda

www.learneasy.info

Gambar 4.5.Konstruksi unit kopling plat banyak

c) Dilihat dari media kerja, kopling dibedakan menjadi :

- Kopling basah

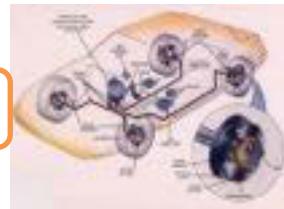
  Kopling basah adalah unit kopling dengan bidang gesek (piringan atau disc) terendam cairan/ minyak.

Gambar 4.6. Kopling basah

- Kopling kering

  Kopling kering adalah unit kopling dengan bidang gesek (piringan atau disc) tidak terendam cairan/ minyak.

http://www.orangetractortalks.com

Gambar 4.7. Kopling kering

d) Dilihat dari pegas penekannya, kopling dibedakan menjadi :

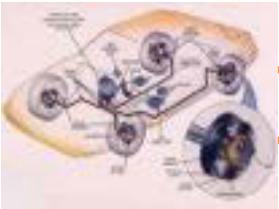
- Kopling pegas spiral

  Adalah unit kopling dengan pegas penekannya berbentuk spiral. Kopling ini memiliki kelebihan : penekanannya kuat dan kerjanya cepat/ spontan. Sedangkan kekurangannya : penekanan kopling berat, tekanan pada plat penekan kurang merata, jika kampas kopling aus maka daya tekan berkurang. Pemakaian banyak digunakan pada kendaraan menengah dan berat yang mengutamakan kekuatan dan bekerja pada putaran lambat.

www.rimmerbros.co.uk

Gambar 4.8.Kopling gesek dengan pegas spiral

- Kopling pegas diaphragma

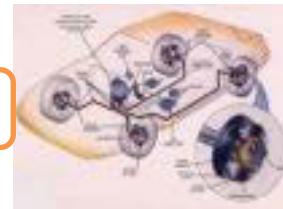
  Adalah unit kopling dengan pegas penekannya berbentuk diaphragma. Kelebihannya adalah penekanan kopling ringan dan tekanan pada plat penekan merata,. Namun pegas diaphragma mempunyai kekurangan : kontruksinya tidak sekuat pegas spiral dan kurang responsive (kerjanya lebih lambat), Pemakaian pada kendaraan ringan yang mengutamakan kenyamanan.

www.mooregoodink.com

Gambar 4.9. Kopling gesek pegas diafragma

2) Kopling Magnet

Adalah suatu kopling yang memanfaatkan gaya magnet untuk melakukan pemindahan daya. Magnet yang digunakan adalah magnet remanent yang dibangkitkan dengan mengalirkan arus listrik ke dalam sebuah lilitan kawat pada sebuah inti besi. Listrik yang dibangkitkan atau tersedia dikendaraan adalah listrik arus lemah sehingga magnet yang dibangkitkan tidak cukup kuat untuk dijadikan sebagai kopling pemindah daya utama. Kopling jenis ini kebanyakan hanya digunakan sebagai kopling pada kompresor *air conditioner* (AC).

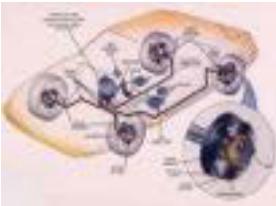
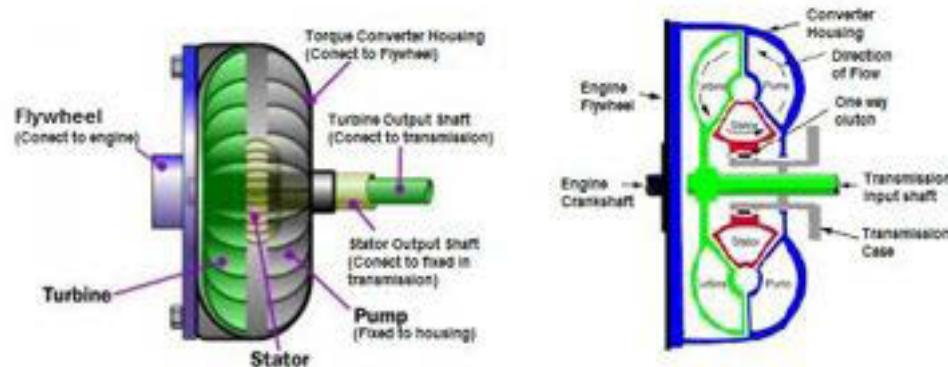
www.made-in-china.com

Gambar 4.10.Konstuksi unit kopling magnet

3) Kopling Satu Arah (*one way clutch/ free wheeling clutch/ over runing clutch*)

Kopling satu arah merupakan kopling otomatis yang memutus dan menghubungkan poros penggerak (*driving shaft*) dan yang digerakkan (*driven shaft*) tergantung pada perbandingan kecepatan putaran sudut dari poros-poros tersebut. Jika kecepatan *driving* lebih tinggi dari *driven*, kopling bekerja menghubungkan *driving* dan *driven*. Jika kecepatan *driving* lebih rendah dari *driven*, kopling bekerja memutuskan *driving* dan *driven*. Ada dua jenis *one way clutch* yakni *sprag type* dan *roller type*.

Gambar 4.11.Kopling satu arah tipe sprag dan tipe roller

4) Kopling Hidrolik

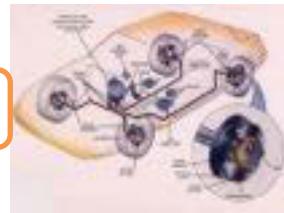
Dinamakan kopling hidrolik karena untuk melakukan pemindahan daya adalah dengan memanfaatkan tenaga hidrolis. Tenaga hidrolis didapat dengan menempatkancairan/ minyak pada suatu wadah/ mekanisme yang diputar, sehingga cairan akan terlempar/ bersirkulasi oleh adanya gaya sentrifugal akibat putaran sehingga fluida mempunyai tenaga hidrolis. Fluida yang bertenaga inilah yang digunakan sebagai penerus/ pemindah tenaga.

businesslocalarticles.com

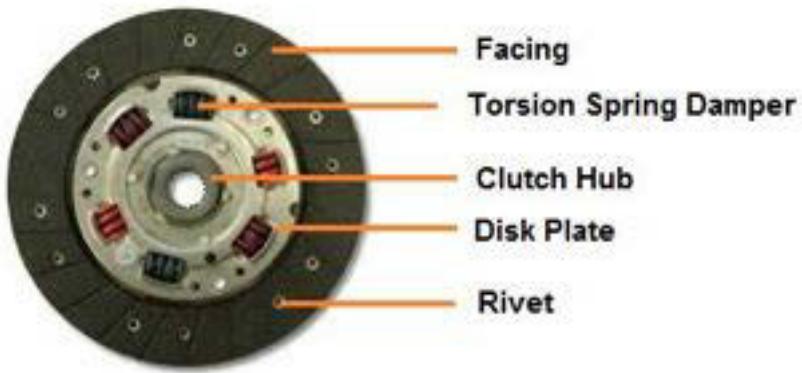
Gambar 4.12.Konstuksi unit kopling fluida

Komponen utama pada unit kopling hidrolik adalah : pump impeller, turbin runner dan stator. Pump impeller merupakan mekanisme pompa yang membangkitkan tenaga hidrolis pada fluida. Turbin runner adalah mekanisme penangkap tenaga hidrolis fluida yang dibangkitkan pump impeller. Stator adalah mekanisme pengatur arah aliran fluida agar tidak terjadi aliran yang merugikan tetapi justru aliran yang menguntungkan sehingga didapatkan peningkatan momen/ torsi.

C. Komponen Unit Kopling Gesek

www.kseriesparts.com

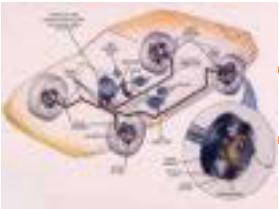
Gambar 4.13.Kopling gesek tipe plat tunggal

Komponen kopling gesek terdiri dari :

1) ***Plat Kopling (Disc clutch)***

Gambar 4.14.Plat kopling

Plat kopling adalah komponen unit kopling yang berfungsi menerima dan meneruskan tenaga mesin dari roda penerus dan plat penekan ke input shaft transmisi. Bagian-bagian plat kopling terdiri dari :

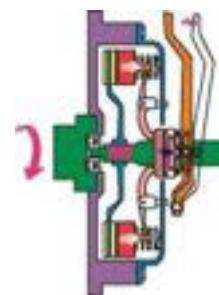
- Facing/Kanvas
- Torsion Spring Damper/Pegas peredam kejutan
- Clutch Hub
- Disc Plate/plat kopling
- Rivet/Paku keling

2) **Clutch Cover** (Rumah kopling,plat penekan dan pegas penekan)

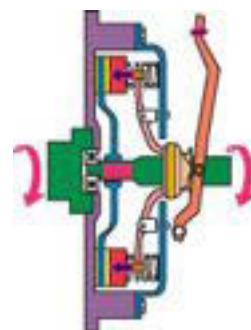
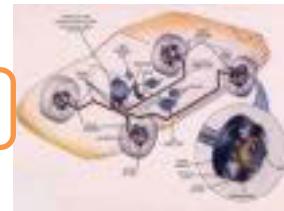
Gambar 4.15.Rumah kopling, plat penekan, pegas diafragma

D. Cara kerja kopling gesek

Kopling berfungsi untuk memindahkan tenaga secara halus dari mesin ke transmisi melalui adanya gesekan antara plat kopling dengan *fly wheel* dan plat penekan. Kekuatan gesekan diatur oleh pegas penekan yang dikontrol oleh pengemudi melalui mekanisme penggerak kopling.

Saat pedal kopling ditekan penuh

Jika pedal kopling ditekan penuh, tekanan pedal tersebut akan diteruskan oleh mekanisme penggerak sehingga akan mendorong plat penekan melawan tekanan pegas penekan sehingga plat kopling tidak mendapat tekanan. Gesekan antara plat kopling dengan *fly wheel* dan plat penekan tidak terjadi sehingga putaran mesin tidak diteruskan.

Gambar 4.16.Cara kerja kopling saat pedal ditekan

Saat pedal kopling dilepas

Apabila pedal dilepaskan maka gaya pegas akan kembali mendorong dengan penuh plat penekan. Plat penekan menghimpit plat kopling ke *fly wheel* dengan kuat sehingga terjadi gesekan kuat dan berputar bersamaan. Dengan demikian putaran dan daya mesin diteruskan sepenuhnya (100%) tanpa slip.

Gambar 4.17.Cara kerja kopling saat pedal dilepas

4.1.3. Rangkuman

1. Kopling (*clutch*) terletak di antara mesin dan transmisi dan berfungsi memutus dan menghubungkan putaran/tenaga dari mesin ke transmisi.
2. Jenis-jenis kopling antara lain :
   - Kopling gesek
   - Kopling magnet
   - Kopling satu arah
   - Kopling hidrolik
3. Komponen-komponen unit kopling gesek meliputi :
   - Plat kopling
   - Rumah kopling
   - Pegas penekan
   - Plat penekan
   - Bantalan penekan

4. **Cara kerja kopling gesek :**
   - *Saat pedal kopling ditekan penuh*

     Jika pedal kopling ditekan penuh, tekanan pedal tersebut akan diteruskan oleh mekanisme penggerak sehingga akan mendorong plat penekan melawan tekanan pegas penekan sehingga plat kopling tidak mendapat tekanan. Gesekan antara plat kopling dengan *fly wheel* dan plat penekan tidak terjadi sehingga putaran mesin tidak diteruskan.

   - *Saat pedal kopling dilepas*

     Apabila pedal dilepaskan maka gaya pegas akan kembali mendorong dengan penuh plat penekan. Plat penekan menghimpit plat kopling ke *fly wheel* dengan kuat sehingga terjadi gesekan kuat dan berputar bersamaan. Dengan demikian putaran dan daya mesin diteruskan sepenuhnya (100%) tanpa slip

4.1.4. Tugas

1. Amatilah komponen-komponen kopling dan diskusikan fungsinya !
2. Lakukan servis ringan berupa penyetelan kopling pada mobil yang ada di bengkel sekolah sesuai SOP !

4.1.5. Tes Formatif

1. Jelaskan pengertian kopling !
2. Sebutkan jenis-jenis kopling !
3. Sebutkan komponen-komponen kopling gesek !
4. Jelaskan cara kerja kopling gesek !

4.1.6. Lembar Jawaban Tes Formatif

1. Kopling (clutch) terletak di antara mesin dan transmisi dan berfungsi memutus dan menghubungkan putaran/tenaga dari mesin ke transmisi.
2. Jenis-jenis kopling antara lain :
   - Kopling gesek
   - Kopling magnet
   - Kopling satu arah
   - Kopling hidrolik
3. Komponen-komponen unit kopling gesek meliputi :
   - Plat kopling
   - Rumah kopling
   - Pegas penekan
   - Plat penekan
   - Bantalan penekan

4. Cara kerja kopling gesek :
   - *Saat pedal kopling ditekan penuh*

     Jika pedal kopling ditekan penuh, tekanan pedal tersebut akan diteruskan oleh mekanisme penggerak sehingga akan mendorong plat penekan melawan tekanan pegas penekan sehingga plat kopling tidak mendapat tekanan. Gesekan antara

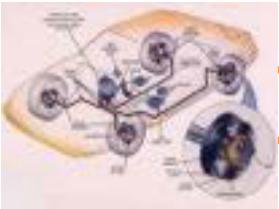
plat kopling dengan fly wheel dan plat penekan tidak terjadi sehingga putaran mesin tidak diteruskan.

- *Saat pedal kopling dilepas*

  Apabila pedal dilepaskan maka gaya pegas akan kembali mendorong dengan penuh plat penekan. Plat penekan menghimpit plat kopling ke fly wheel dengan kuat sehingga terjadi gesekan kuat dan berputar bersamaan. Dengan demikian putaran dan daya mesin diteruskan sepenuhnya (100%) tanpa slip.

4.1.7. Lembar Kerja Siswa

KOMPONEN KOPLING

NO	NAMA KOMPONEN	FUNGSI

PETUNJUK

PENYETELAN GERAK BEBAS KOPLING

Tujuan pelajaran

Menyetel gerak bebas berbagai sistem penggerak kopling

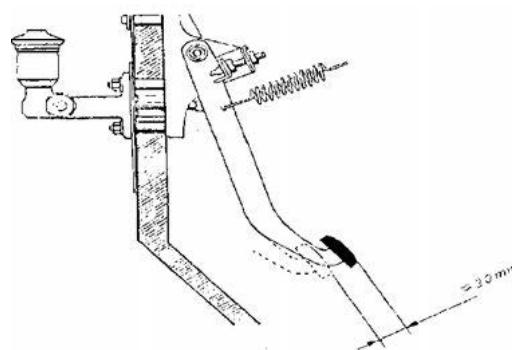
Alat :

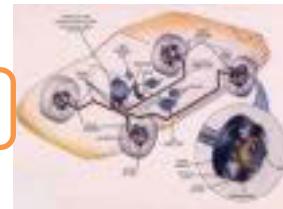
- Kotak alat
- Lampu kerja
- Alat penyangga mobil
- Penyangga

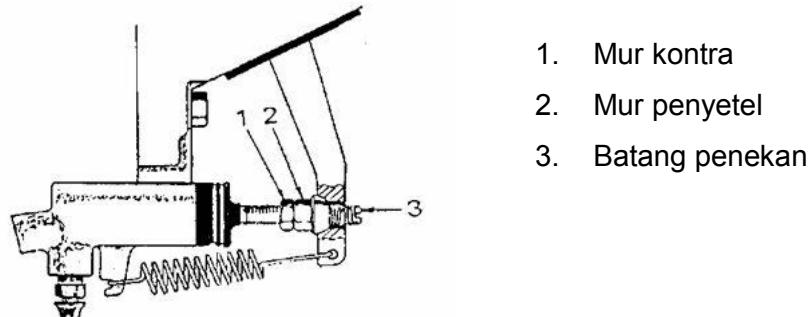
Bahan :

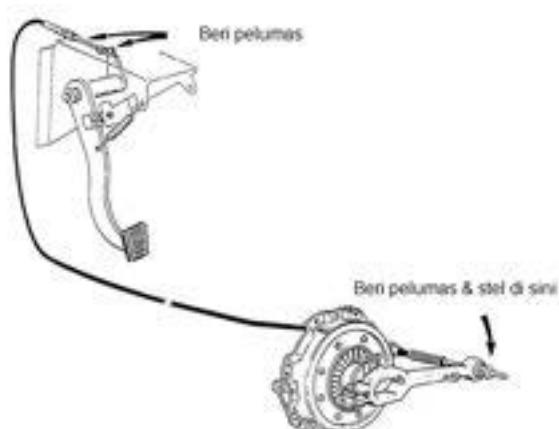
- Mobil

Langkah Kerja :

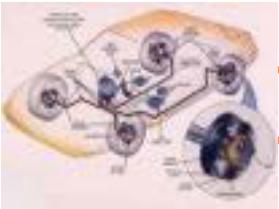
- Periksa kebebasan pada pedal, biasanya $\approx$ 20 mm

Gambar 4.18.Pemeriksaan kebebasan pedal kopling

Hasil Pengukuran	Data Manualbook	Kesimpulan
....	....	....

- Pada sistem penggerak hidraulis, letak sekrup penyetel biasanya pada batang penekan silinder kopling.

1. Mur kontra
2. Mur penyetel
3. Batang penekan

Gambar 4.19.Penyetelan gerak bebas kopling hidrolis

- Pada sistem penggerak mekanik biasanya dipakai kabel. Bagian penyetel dapat terletak pada ujung kabel di atas atau di bawah.

Gambar 4.20.Penyetelan gerak bebas kopling mekanik

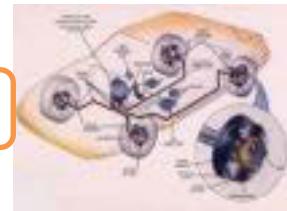
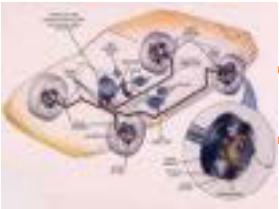
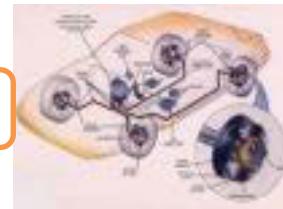
Mengapa gerak bebas kopling dapat berubah dan perlu distel ?

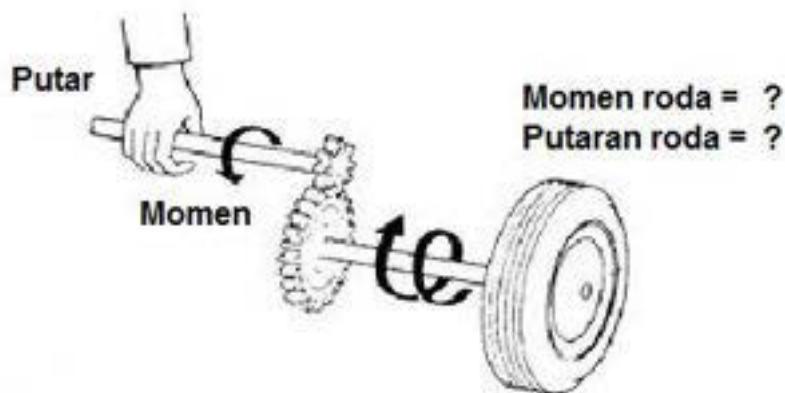
Keausan pada kanvas kopling menyebabkan pengurangan gerak bebas. Jika tidak ada gerak bebas, kopling berada dalam keadaan seperti ditekan sedikit, akibatnya kopling *mulai slip*

GEJALA KERUSAKAN KOPLING

Gejala-gejala berikut ini menandakan bahwa terjadi kesalahan pada rangkaian kopling/kopling set (clutch assembly) :

1. Kopling selip
2. Bergetar
3. Gerakan kendaraan yang mengejut
4. Suara berisik yang tidak lazim
5. Tidak ada gerakan

Dari gejala-gejala di atas dapat dianalisis faktor penyebab, dan proses perawatan atau perbaikannya. Hasil analisis seperti terlihat pada tabel berikut ini.

Gejala-gejala	Penyebab	Perawatan	Perbaikan
1. Kopling Slip	* Gerak bebas pedal kopling berlebihan	Stel kebebasan pedal kopling	
	* Terdapat oli pada permuka-an disc		Bongkar & bersihkan
	* Permukaan Disc bergelom-bang		Bongkar & gerinda/ ganti
	* Pegas kopling lemah		Bongkar & ganti
	* Kabel kopling berkarat	Lepas beri oli	Lepas & ganti
	* Kapas kopling habis		Bongkar & ganti
2. Kopling ber-getar	* Permukaan disc mengkilat		Perbaiki/ganti
	* Terdapat oli pada plat kopling		Bongkar & bersihkan atau ganti

	* Dreg Lager menggeser		Bongkar & lumasi atau ganti
	* Pegas kopling lemah		Bongkar & ganti
	* Kelingan kampas lepas		Bongkar & ganti
	* Kontak permukaan disc rusak		Bongkar & gerinda atau ganti
	* Dudukan mesin atau trans-misi rusak		Periksa & ganti
3. Gerakan kendaraan yang mengejut	* Kebebasan pedal kopling terlalu kecil	Stel kebebasan pedal kopling	
	* Keausan pada sambungan pengoperasian kopling	Periksa & ganti	
	* Kabel kopling memanjang	Periksa & ganti	
	* Minyak rem habis	Periksa & isi	
4. Suara berisik yang tidak lazim	* Dreg Lager rusak		Bongkar & ganti
	* Pilot bearing rusak		Bongkar & ganti
	* Kebebasan pedal kopling berlebihan	Stel kebebasan pedal kopling	
5. Tidak ada gerakan	* Plat kopling habis		Bongkar & ganti
	* Kebebasan Pedal	Stel	

	kopling	kebebasan pedal kopling	
	* Baut pemegang unit rumah kopling kendor		Bongkar & keraskan

4.2. Kegiatan Belajar : Transmisi

Amati gambar berikut, diskusikan dengan teman anda bagaimana momen dan putaran yang terjadi pada roda ?

Gambar 4.21. Prinsip kerja transmisi

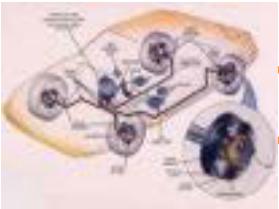
4.2.1. Tujuan Kegiatan Belajar

Setelah mempelajari materi ini siswa diharapkan dapat memahami transmisi dan menyajikan data hasil pengamatan tentang fungsi, jenis-jenis dan prinsip kerja transmisi sertadapat melakukan pemeliharaan/servis ringan pada unit transmisi.

4.2.2. Uraian Materi

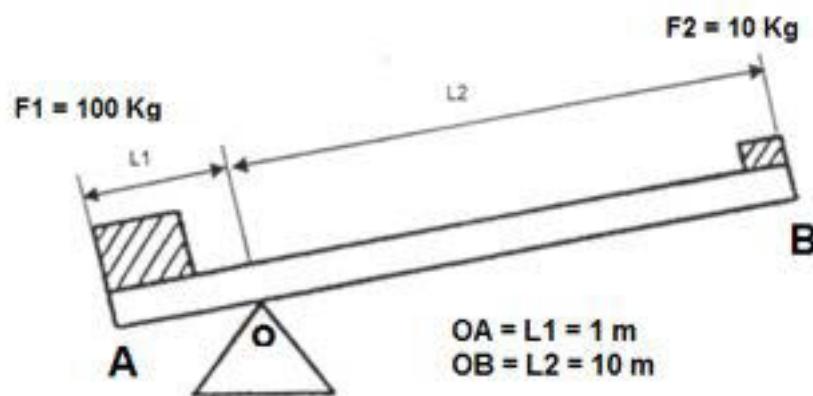
A. Fungsi Transmisi Manual

Transmisi merupakan salah satu komponen sistem pemindah tenaga yang berfungsi, antara lain :

- Merubah dan mengatur Moment putar dan putaran pada roda penggerak sesuai dengan kebutuhan (posisi 1, 2, 3 ……… n)
- Memungkinkan kendaraan berhenti meskipun mesin dalam keadaan hidup (Posisi Netral)
- Memungkinkan kendaraan berjalan mundur (posisi R / mundur)

B. Prinsip Kerja Transmisi

Prinsip kerja transmisi dapat dijelaskan dengan prinsip :

- Lengan Pengungkit

Pengaturan Moment putar dan putaran didasarkan pada prinsip lengan ungkit, seperti yang digambarkan dibawah ini.

Gambar 4.22. Prinsip kerja lengan pengungkit

Dengan lengan pengungkit yang panjang memungkinkan pemindahan beban yang berat dengan tenaga yang kecil. Dari gambar di atas kita dapat mengangkat beban 100 Kg cukup dengan gaya 10 Kg dengan cara mengatur titik tumpuan.

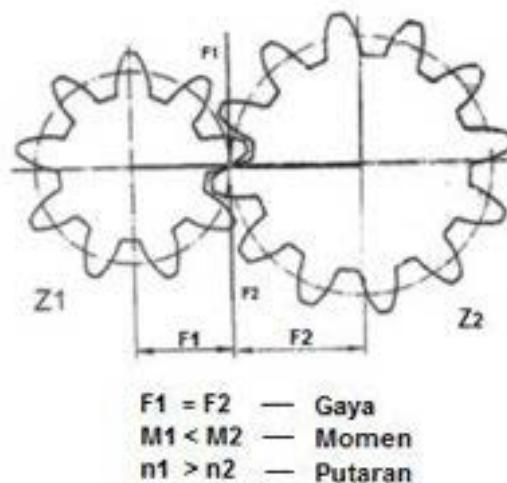
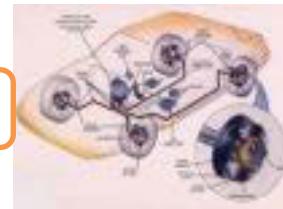
Kesetimbangan Momen :

$$M1 = M2$$

$$F1 \times L1 = F2 \times L2$$

$$100 \times 1 = 10 \times 10$$

- Roda gigi

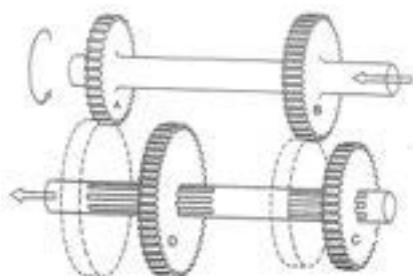
Pengaturan Moment putar dan putaran pada transmisi didasarkan pada prinsip kerja pasangan Roda gigi, seperti yang digambarkan dibawah ini.

Gambar 4.23. Konsep pemindahan putaran dan momen pada roda gigi

Jika pasangan roda gigi di atas diputar, maka yang terjadi adalah :

- Pada Roda gigi kecil → putaran cepat tetapi momen putaranya kecil
- Pada Roda gigi besar putaran lambat tetapi moment putaranya besar

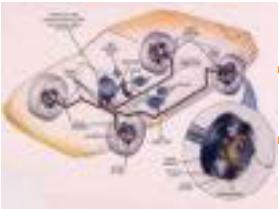
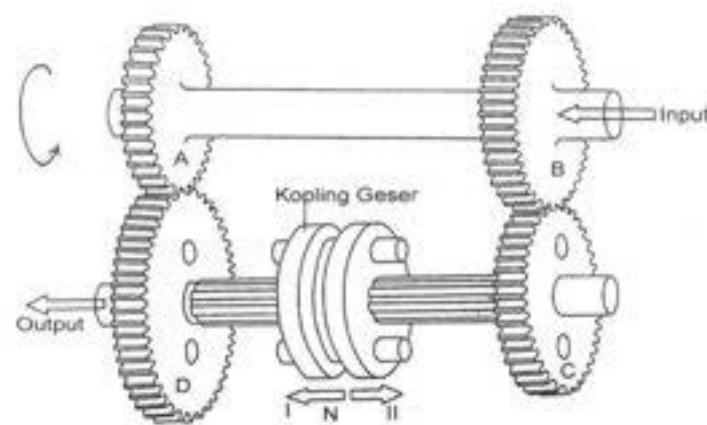
C. Macam-macam Transmisi

a. Dilihat dari posisi gigi.

1) Dengan gigi geser (Sliding Gear)

Gambar 4.24. Transmisi jenis sliding gear

Cara kerja :

Gigi 1 : Roda gigi A – D dihubungkan, B – C lepas (putaran out put rendah/lambat)

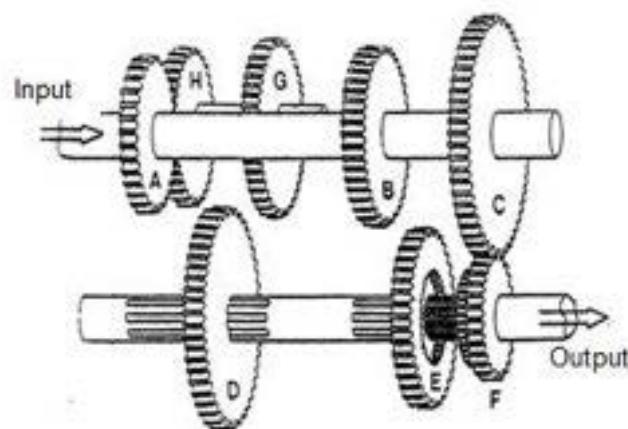
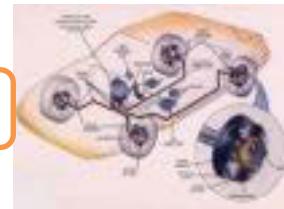
Gigi 2 : Roda gigi B – C dihubungkan, A – D lepas (putaran out put tinggi/cepat)

2) Dengan gigi tetap (Constan mesh)

Gambar 4.25. Transmisi jenis constan mesh

Cara kerja :

Posisi Gigi 1	:	Kopling geser dihubungkan ke roda gigi D (Putaran out put rendah/lambat)
Posisi Gigi 2	:	Kopling geser dihubungkan keroda gigi C (Putaran out put tinggi/cepat)

b. Dilihat dari jumlah poros

1) Transmisi Dua Poros

Yaitu transmisi yang terdiri dari dua poros (poros input dan poros output)

Gambar 4.26. Transmisi dua poros

Kedudukan gigi

- Poros input : *Roda – roda gigi tetap (permanen)*
- Poros output : *Roda – roda gigi terhubung dan dapat digeser*

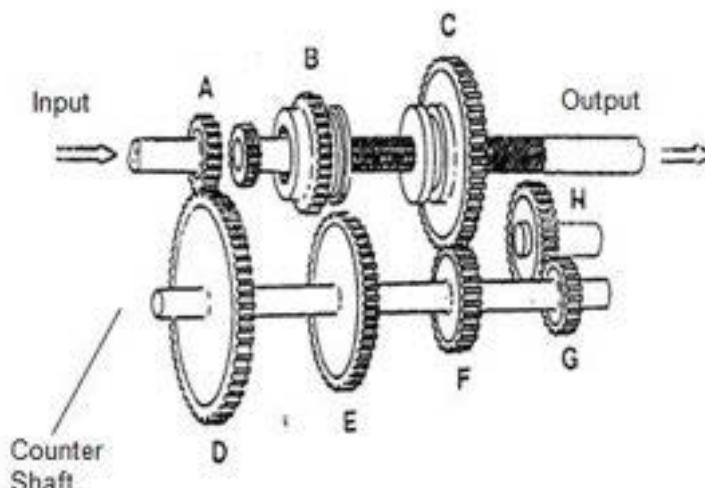
Sistem kerja

Roda gigi geser menghubungkan posisi gigi (1 – 3 dan mundur / R)

Penggunaan :

Pada sepeda motor dan kendaraan dengan penggerak roda depan.

2) Transmisi Tiga Poros

Yaitu transmisi yang terdiri dari tiga poros (poros input, poros output dan poros bantu)

Gambar 4.27. Transmisi tiga poros

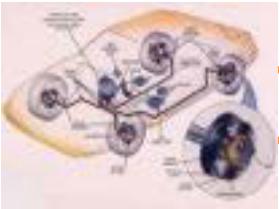
Kedudukan gigi

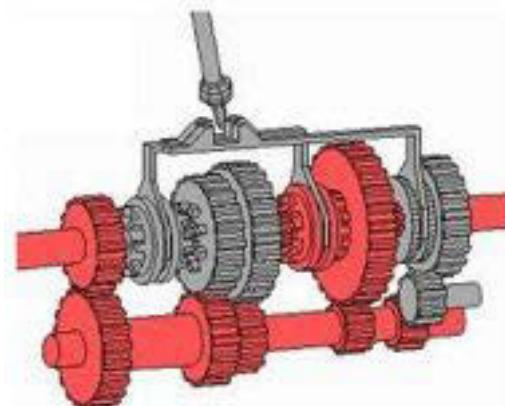
- Poros input : *Satu roda gigi tetap sebagai penggerak*
- Poros Bantu : *Roda – roda gigi (tetap permanen)*
- Poros ouput : *Roda – roda gigi terhubung dapat digeser*

Sistem kerja :

Gigi geser pada poros output mengatur posisi gigi (1 – 3 dan mundur / R)

Penggunaan:

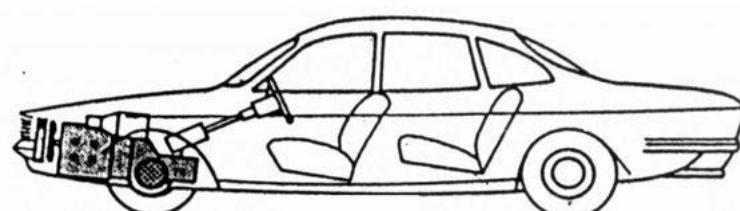
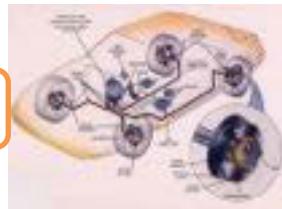
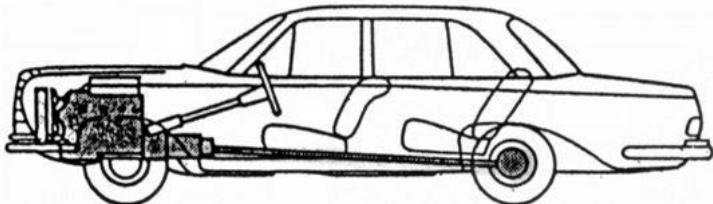
Pada kendaraan dengan penggerak standart

c. Dilihat dari penggunaan sinkromesh

1) Transmisi tanpa sinkromesh

Gambar 4.28. Transmisi tanpa sinkromesh

2) Transmisi dengan sinkromesh

Gambar 4.29. Transmisi dengan sinkromesh

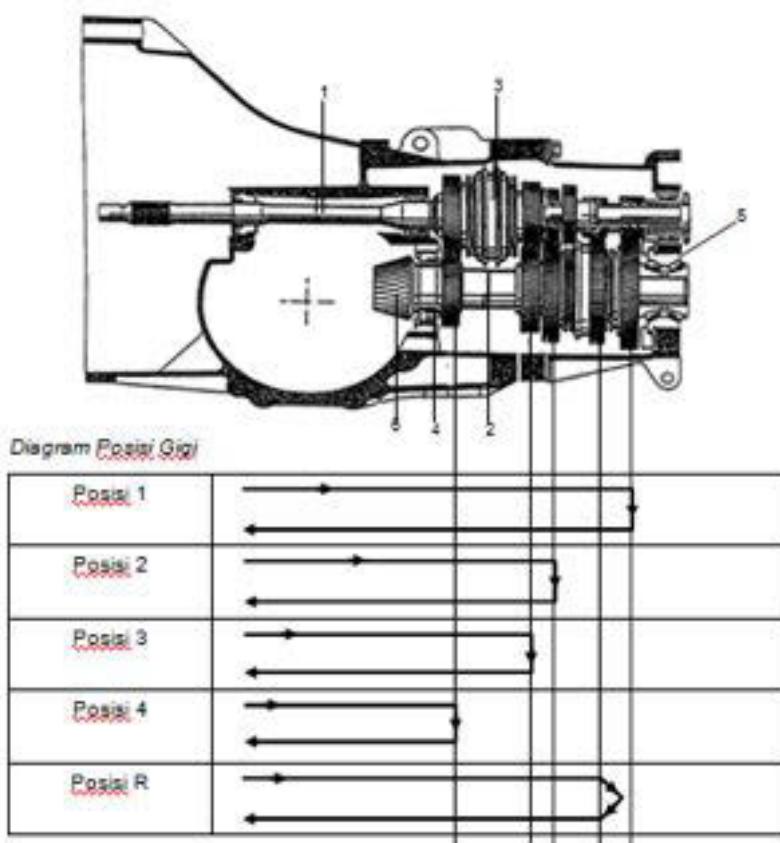
d. Dilihat dari Roda yang digerakkan

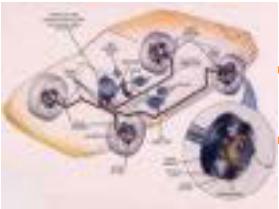
1) Transmisi penggerak Roda depan

Gambar 4.30. Transmisi penggerak roda depan

2) Transmisi penggerak Roda belakang

Gambar 4.31. Transmisi penggerak roda belakang

D. Bagian-Bagian Transmisi dan Aliran Tenaga

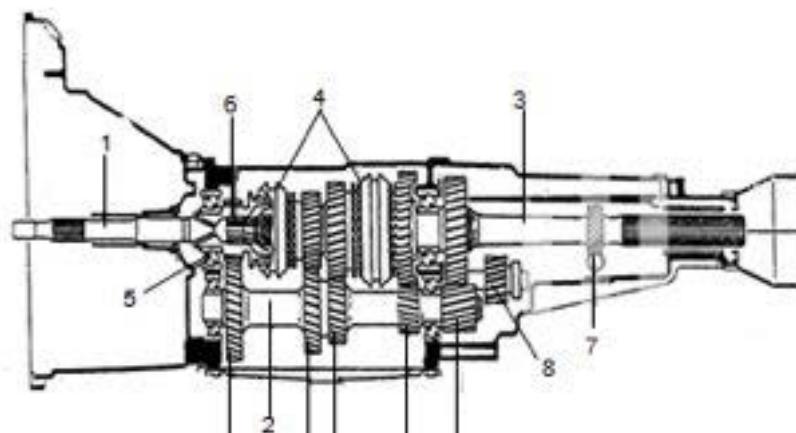
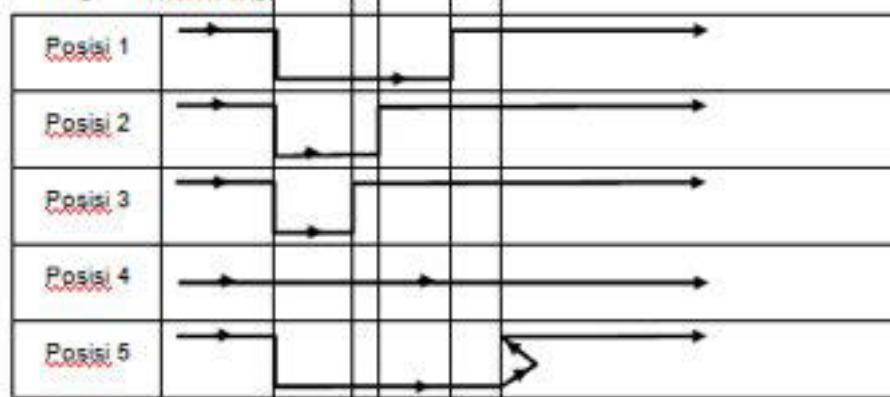
Transmisi Dua Poros :

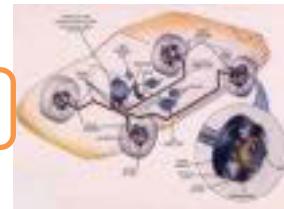
Bagian – bagiannya

1. Poros input
2. Poros output
3. Unit sinkromes
4. Bantalan rol
5. Bantalan naf
6. Roda gigi pinion

Aliran Tenaga :

Gambar 4.32. Aliran tenaga transmisi dua poros

Transmisi Tiga Poros :

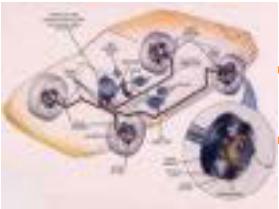
Bagian – bagiannya :

1. Poros input
2. Poros output
3. Unit sinkromes
4. Bantalan rol
5. Bantalan naf
6. Roda gigi pinion

Aliran Tenaga :

Gambar 4.33. Aliran tenaga transmisi tiga poros

4.2.3. Rangkuman

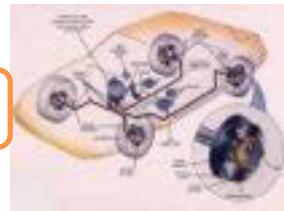
1. Transmisi merupakan salah satu komponen sistem pemindah tenaga yang berfungsi, antara lain :
   - ➢ Merubah dan mengatur Moment putar dan putaran pada roda penggerak sesuai dengan kebutuhan (posisi 1, 2, 3 ……… n)
   - ➢ Memungkinkan kendaraan berhenti meskipun mesin dalam keadaan hidup (Posisi Netral)
   - ➢ Memungkinkan kendaraan berjalan mundur (posisi R / mundur)
2. Prinsip kerja transmisi dapat dijelaskan dengan lengan pengungkit dimana dengan pengungkit yang panjang memungkinkan pemindahan beban yang berat dengan tenaga yang kecil sementara itu.
3. Untuk pengaturan moment putar dan putaran pada transmisi didasarkan pada prinsip kerja pasangan Roda gigi, dimana :
   - ➢ Pada Roda gigi kecil → putaran cepat tetapi momen putaranya kecil
   - ➢ Pada Roda gigi besar putaran lambat tetapi moment putaranya besar
4. Macam-macam transmisi :
   - ➢ Dilihat dari posisi gigi : sliding mesh dan constan mesh
   - ➢ Dilihat dari jumlah poros : transmisi dua poros dan transmisi tiga poros.
   - ➢ Dilihat dari penggunaan sinkromesh : transmisi tanpa sinkromesh dan transmisi dengan sinkromesh
   - ➢ Dilihat dari penggerakknya : transmisi penggerak depan dan transmisi penggerak belakang.

4.2.4. Tugas

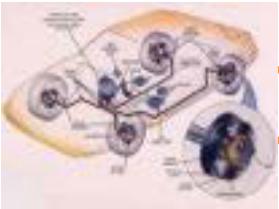
- ➢ Amati sistem transmisi dan komponen pengoperasiannya yang dipergunakan pada salah satu mobil yang ada di bengkel otomotif. Diskusikan cara kerja sistem transmisi tersebut disertai gambar skemanya.
- ➢ Lakukan servis ringan berupa pemeriksaan dan pengisian oli transmisi pada mobil di bengkel sekolah anda !

4.2.5. Tes Formatif

1. Jelaskan fungsi transmisi !
2. Jelaskan prinsip kerja pengaturan momen dan putaran pada transmisi !
3. Sebutkan macam-macam transmisi dilihat dari : posisi gigi, jumlah poros dan penggeraknya !

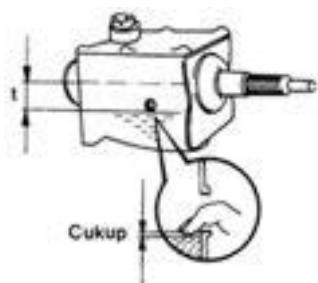
4.2.6. Lembar Jawaban Tes formatif

1. Fungsi transmisi antara lain :
   - ➢ Merubah dan mengatur Moment putar dan putaran pada roda penggerak sesuai dengan kebutuhan (posisi 1, 2, 3 ……… n)
   - ➢ Memungkinkan kendaraan berhenti meskipun mesin dalam keadaan hidup (Posisi Netral)
   - ➢ Memungkinkan kendaraan berjalan mundur (posisi R / mundur)
2. Pengaturan moment putar dan putaran pada transmisi didasarkan pada prinsip kerja pasangan Roda gigi, dimana :
   - ➢ Pada Roda gigi kecil → putaran cepat tetapi momen putaranya kecil
   - ➢ Pada Roda gigi besar → putaran lambat tetapi moment putaranya besar
3. Macam-macam transmisi :
   - ➢ Dilihat dari posisi gigi : sliding mesh dan constan mesh
   - ➢ Dilihat dari jumlah poros : transmisi dua poros dan transmisi tiga poros.
   - ➢ Dilihat dari penggerakknya : transmisi penggerak depan dan transmisi penggerak belakang.

4.2.7. Lembar Kerja Siswa

Lembar hasil pengamatan sistem transmisi

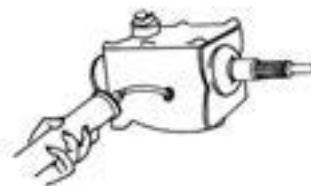
Nama Komponen :
- - - - - - -
Cara Kerja :
Skema Aliran Tenaga :

Pemeriksaan dan Pengisian Oli Transmisi

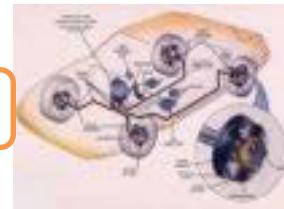
Pemeriksaan

Lakukan pemeriksaan melalui baut pengontrol. Letak baut tersebut selalu di bawah garis sumbu poros (t). Oli cukup bila permukaannya masih dapat dicapai dengan jari. Permukaan oli yang terlalu rendah disebabkan karena ada kebocoran , misalnya pada sil-sil.

PEMERIKSAAN	KETERANGAN
Volume	....
Kualitas	....

Gambar 4.34. Pemeriksaan oli transmisi

Pengisian

Persyaratan : Kendaraan harus berada pada posisi datar (tidak miring) . Oli dapat diisikan dengan menggunakan pompa tangan . Untuk transmisi diperlukan oli roda gigi dengan spesifikasi SAE 90 atau sesuai spesifikasi pabrik.

Gambar 4.35. Pengisian Oli Transmisi

DATA PENGISIAN	KETERANGAN
Volume Pengisian	....
Spesifikasi Oli	....
Km. Waktu Pengisian	....

4.3. Kegiatan Belajar : Poros Penggerak

Amatilah komponen-komponen pada poros penggerak (gambar di bawah) kemudian diskusikan dengan teman anda nama-nama bagiannya dan tunjukkan tempat-tempat yang kemungkinan terjadi kerusakan !

www.import-car.com

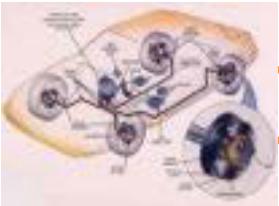
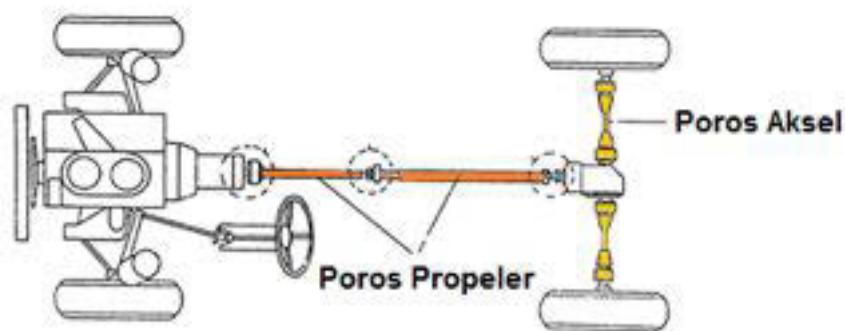
Gambar 4.36. Poros propeler/penggerak

4.3.1. Tujuan Kegiatan Belajar

Setelah mempelajari materi ini siswa diharapkan dapat memahami poros penggerak dan menyajikan data hasil pengamatan tentang fungsi, konstruksi, maca-macam poros penggerak/propeler sertadapat melakukan servis ringan berupa pemeriksaan poros penggerak.

4.3.2. Uraian Materi

A. FungsiPoros Penggerak

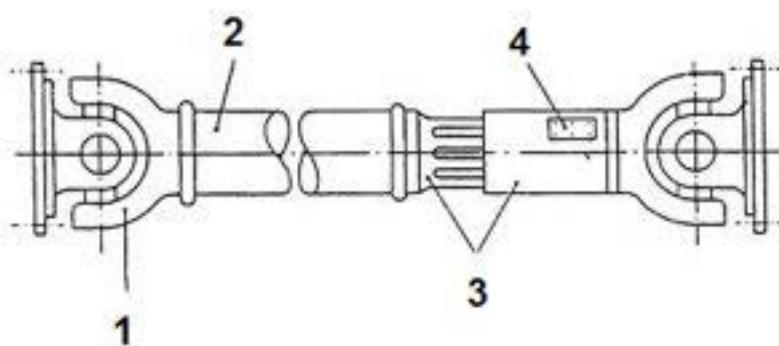
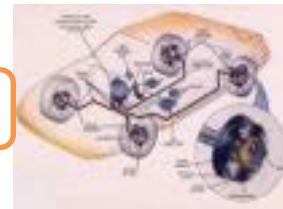
Pada kendaraan konstruksi standart, yaitu mesin memanjang didepan dan penggerak aksel di belakang, untuk memindahkan tenaga dari transmisi ke penggerak aksel memerlukan poros penggerak aksel (*drive shaft*) dan untuk menggerakkan roda diperlukan poros aksel.

Gambar 4.37. Posisi poros penggerak dalam sistem pemindah tenaga

Sesuai dengan fungsinya memindahkan tenaga/putaran dari transmisi ke penggerak aksel maka persyaratan yang harus di penuhi oleh poros penggerak antara lain :

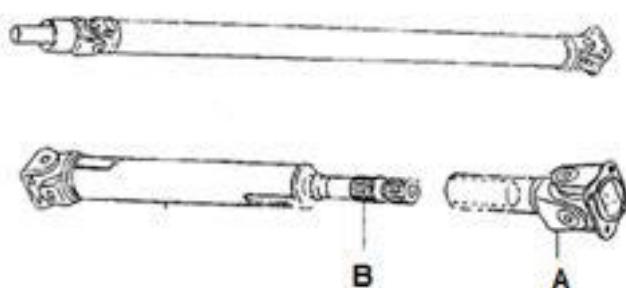
- Tahan terhadap momen puntir
- Dapat meneruskan putaran roda pada sudut yang bervariasi
- Dapat mengatasi perubahan jarak antara transmisi dan diferensial
- Dibuat seringan mungkin

B. Konstruksi poros penggerak

Konstruksi poros penggerak umumnya berbentuk silindris, terbuat dari pipa baja yang dikeraskan dengan ketelitian yang sangat tinggi.

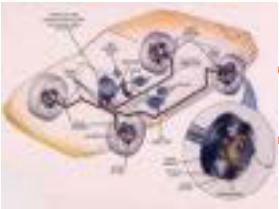
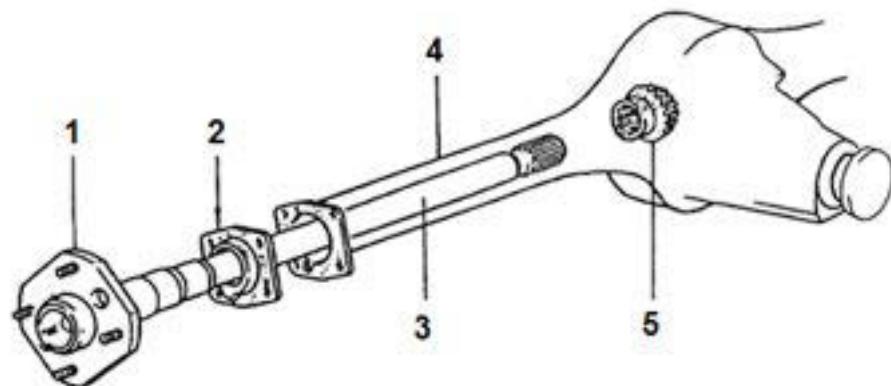
1) Konstruksi Poros Propeler

Gambar 4.38. Konstruksi poros penggerak aksel

Keterangan :

1. Garpu penghubung
   Bentuk garpu dan berlubang sebagai dudukan atau tumpuan penghubung salib.
2. Poros
   Bentuk pipa dengan maksud mengurangi berat tetapi tidak mengurangi kekuatannya.
3. Penghubung luncur
   Bentuk pejal dan pipa yang terhubung melalui alur-alur dan dapat bergeser sepanjang alur tersebut.
4. Timbangan balans
   Bentuk plat yang dilas titik terhadap poros propeler untuk menghindari gaya sentrifugal

Fungsi masing-masing komponen seperti yang terlihat pada gambar 4.36, dapat dijelaskan sebagai berikut :

Gambar 4.39. Fungsi bagian-bagian poros penggerak aksel

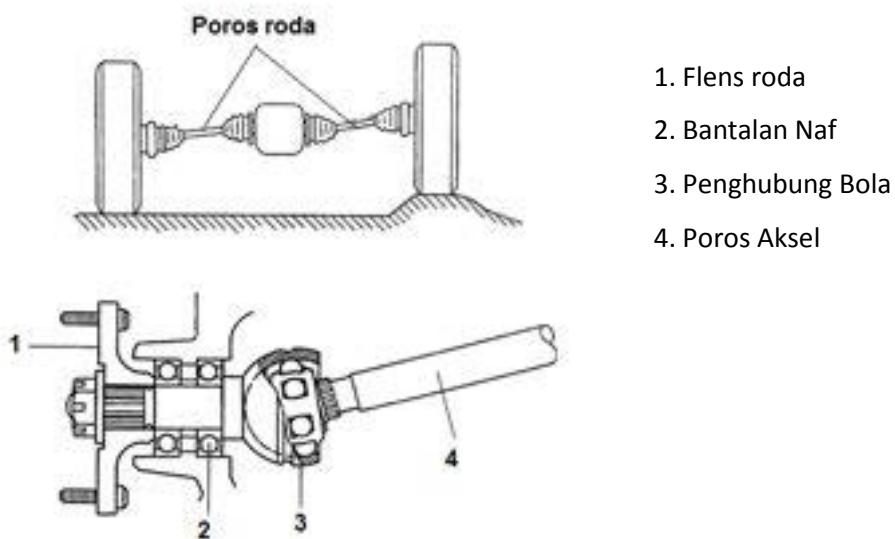
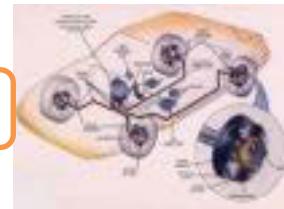
Keterangan :

A. Sambung salib (joint)
   Berfungsi meneruskan putaran dengan sudut yang bervariasi pada batas-batas tertentu

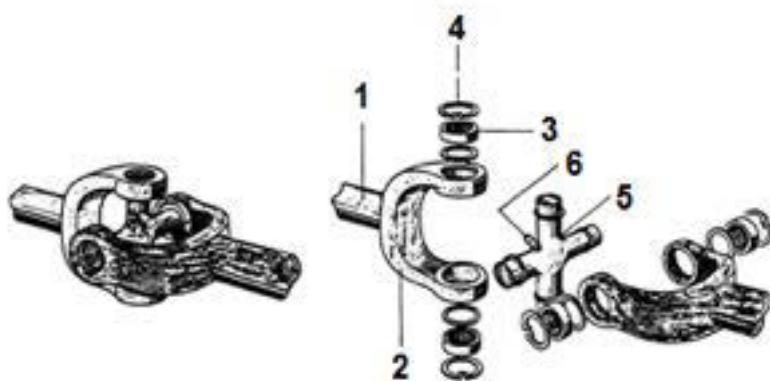
B. Sambungan geser (luncur)
   Berfungsi mengatasi akibat gerakan aksel yang berpegas terjadi perubahan jarak aksel dan transmisi.

2) Konstruksi Poros Roda pada Aksel Rigid

Gambar 4.40. Konstruksi poros roda pada aksel rigid

1. Flens Roda
2. Penahan bantalan
3. Poros aksel
4. Aksel
5. Roda gigi korona

3) Konstruksi Poros Roda pada Aksel Independen

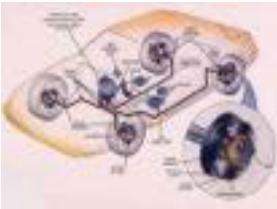
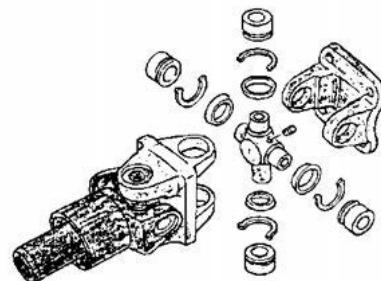
1. Flens roda
2. Bantalan Naf
3. Penghubung Bola
4. Poros Aksel

Gambar 4.41. Konstruksi Poros roda pada Aksel Independen

C. Macam-macam sambungan pada penggerak aksel

Seperti ditunjukkan pada gambar 4.34, bahwa poros propeller di hubungkan dengan poros output transmisi dan penggerak aksel melalui sambungan salib (Cross joint). Dalam pemakaiannya dikenal berbagai macam sambungan salib, yakni :

1) Penghubung Salib Tunggal

Gambar 4.42. Bagian-bagian penghubung salib tunggal

1. Poros penggerak
2. Garpu penghubung
3. Bantalan
4. Cincin penahan/pengunci
5. Salib penghubung
6. Nipel pelumasan/vet

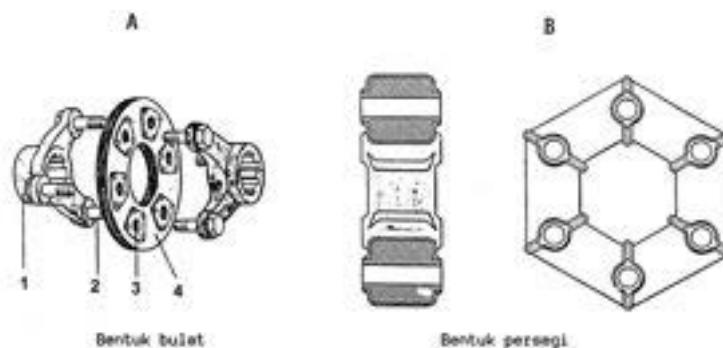
Sifat-sifat :

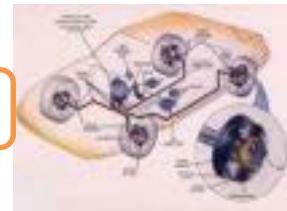
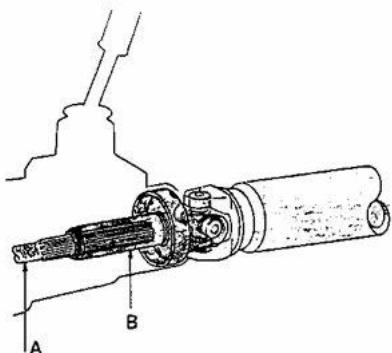
- Kemampuan sudut penghubung meneruskan tenaga/putaran maksimum pada sudut 15 derajat.
- Penggunaan sebagai penghubung poros propeler terhadap poros out-put.
- Pelumasan menggunakan vet yang dimasukkan melalui nipel.

2) Penghubung salib ganda

Gambar 4.43. Bagian-bagian penghubung salib ganda

Sifat-sifat :

Kemampuan sudut penghubung meneruskan tenaga/putaran maksimum pada sudut 30-45 derajat.

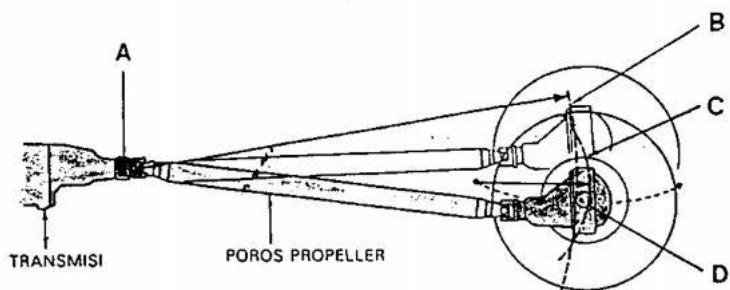
Penggunaan Pada poros depan kendaraan berat penggerak empat roda dan penghubung tenaga atau putaran dari traktor ke peralatan lain. Pelumasan menggunakan vet yang dimasukkan melalui nipel.

3) Penghubung fleksibel

Gambar 4.44. Penghubung fleksibel

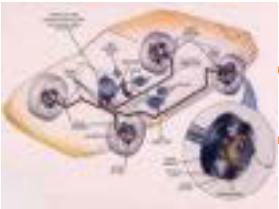
1. Garpu/flens penghubung
2. Baut penghubung/pengikat
3. Dudukan baut
4. Karet penghubung/perantara

4) Penghubung luncur

Gambar 4.45. Penghubung luncur

Penempatan : Ujung poros propeler terhadap out put transmisi atau diantara kedua penghubung salib

Konstruksi : A. Poros out put transmisi dengan gigi atau alur memanjang
B. Poros luncur bentuk pipa dengan gigi alur dalam memanjang.

Fungsi penghubung luncur (A)

Gambar 4.46. Fungsi penghubung luncur

Fungsi penghubung luncur untuk mengatasi perbedaan jarak B dan C, dimana :

B = Lingkaran gerak poros propeler
C = Lingkaran gerak penggerak aksel
D = Perbedaan jarak gerakan

D. Pemeriksaan Poros Penggerak Aksel

Pemeriksaan dilakukan untuk mencegah suatu kerusakan atau untuk memastikan penyebab suatu keusakan. Pemeriksaan pencegahan atau perawatan dilaksanakan secara berkala dan rutin untuk memeriksa / menjaga kondisi komponen dan kerjanya. Sedang pemeriksaan guna memastikan penyebab kerusakan harus dilakukan dengan betul-betul cermat dan perlu analisa kasus dan perlu pemeriksaan komponen dengan urutan yang cepat, tepat dan benar. Berikut dicontohkan pemeriksaan pada poros propeler :

Pemeriksaan sebelum dilepas :

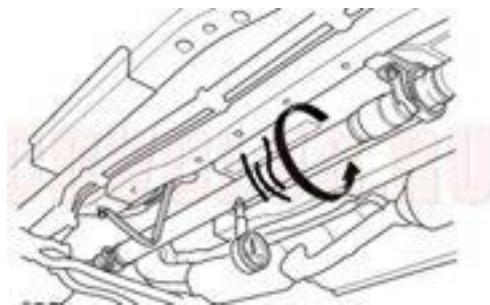
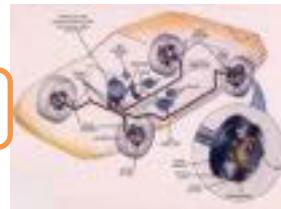
a) Bunyi dari propeller shaft

Dengarkan ada atau tidak bunyi yang bersumber dari poros propeler. Lakukan dengan ketelitian dan kecermatan yang tinggi, karena pada kendaraan akan terdapat sumber bunyi yang komplek sehingga kalau tidak cermat sering terkecoh pada bunyi-bunyi yang lain.

www.import-car.com

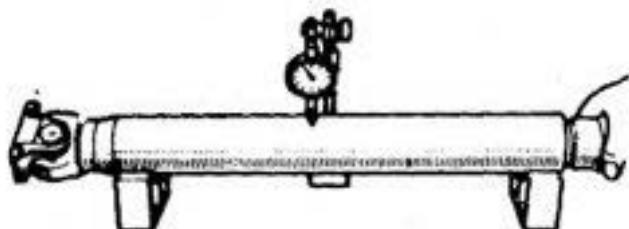
Gambar 4.47. Pemeriksaan bunyi poros propeler

b) Getaran dari propeller shaft

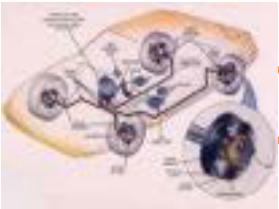
Angkat roda penggerak, dan hidupkan mesin pada posisi gigi transmisi masuk. Naikkan putaran mesin secara bertahap dan amati getaran dan bunyi dari propeller shaft. Jika ditemukan adanya getaran atau bunyi dari propeller shaft maka lakukan pemeriksaan baut-baut. Periksa universal joint.

Gambar 4.48. Pemeriksaan getaran pada poros propeler

Pemeriksaan setelah propeler dilepas :

1. Kebengkokan poros propeller
   Dengan menggunakan V-blok dan dial tester indikator ukurlah run-out poros (kebengkokan). Run-out max. = 0.8 mm

http://dc395.4shared.com

Gambar 4.49. Pemeriksaan kebengkokan poros propeler

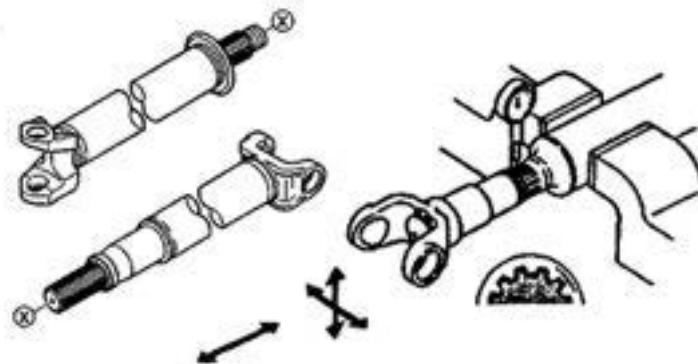
2. Keausan dan kekocakan bantalan spider
   Putar spider dan pastikan bahwa tidak ada hambatan saat berputar. Periksa juga kebebasan aksial spider bearing oleh putaran yoke ketika tertahan poros dengan kuat. Kebebasan axial max. 0.05 mm.

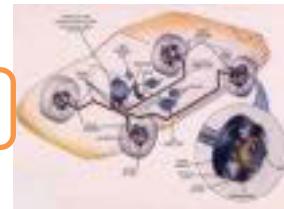
Gambar 4.50. Pemeriksaan kekocakan dan keausan bantalan spider

3. Keausan dan kerusakan center support bearing
   Periksalah bahwa bearing dapat berputar dengan bebas tanpa hambatan namun tidak longgar/ goyang/ kocak.

http://dc395.4shared.com

Gambar 4.51. Pemeriksaan keausan dan kerusakan center support bearing

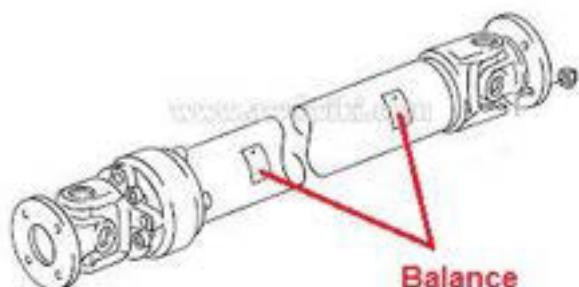
4. Pemeriksaan keausan alur-alur sleeve yoke
   Lakukan pengamatan secara visual terhadap kondisi spline. Lakukan pengujian dengan memasangkan sleeve yoke ke poros lalu putar bolak-balik sleeve yoke dan gerakkan maju-mundur (axial). Pastikan tidak terjadi kekocakan yang berlebihan tetapi bisa bergerak maju-mundur dengan lancar.

http://dc395.4shared.com

Gambar 4.52. Pemeriksaan keausan alur-alur sleeve yoke

5. Pemeriksaan karet bushing pada center bearing. Lakukan pengamatan terhadap kondisi karet bushing maupun karet penutup debu pada center bearing.

www.akkussan.com.tr

Gambar 4.53. Pemeriksaan karet bushing

6. Pemeriksaan keseimbangan/ balance poros propeller.

   Menggunakan alat khusus (roller instrument) lakukan pengecekan ketidak seimbangan poros propeller. Bila ditemukan tidak seimbang (un-balance) maka lakukan balancing dengan memasang bobot pemberat tertentu

www.awdwiki.com

Gambar 4.54. Pemeriksaan keseimbangan/balance poros propeler

4.3.3. Rangkuman

1. Fungsi poros penggerak / poros propeler adalah untuk memindahkan tenaga/putaran dari transmisi ke penggerak aksel.
2. Konstruksi poros penggerak umumnya berbentuk silindris, terbuat dari pipa baja yang dikeraskan dengan ketelitian yang sangat tinggi dan mempunyai bagian-bagian :

- Garpu penghubung
- Poros
- Penghubung luncur
- Timbangan Balans

3. Macam-macam sambungan/penghubung pada poros penggerak :
   - Penghubung salib tunggal
   - Penghubung salib ganda
   - Penghubung Fleksibel
   - Penghubung luncur
4. Pemeriksaan kerusakan pada poros propeler antara lain :
   - Bunyi poros propeler
   - Getaran poros propeler
   - Kebengkokan poros propeler
   - Keausan dan kekocakan bantalan spider
   - Keausan dan kerusakan center support bearing
   - Keausan alur-alur sleeve yoke
   - Karet bushing pada center bearing
   - Keseimbangan/ balance poros propeller.

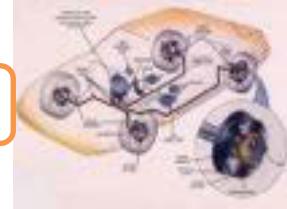
4.3.4. Tugas

Lakukan pemeriksaan kerusakan pada poros penggerak pada mobil yang ada di bengkel sekolah anda ! Tulis hasilnya pada lembar kerja.

4.3.5. Tes Formatif

1. Jelaskan fungsi poros penggerak pada sistem pemindah tenaga !
2. Sebutkan nama bagian pada poros penggerak !
3. Sebutkan macam-macam sambungan/penghubung yang ada pada poros penggerak !
4. Sebutkan macam-macam kerusakan yang ada pada poros propeler

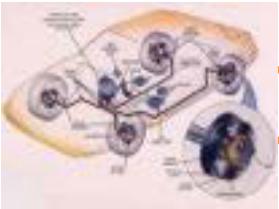
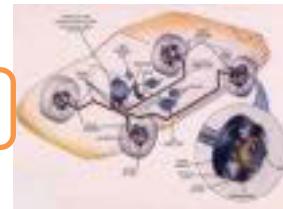
4.3.6. Lembar Jawaban Tes Formatif

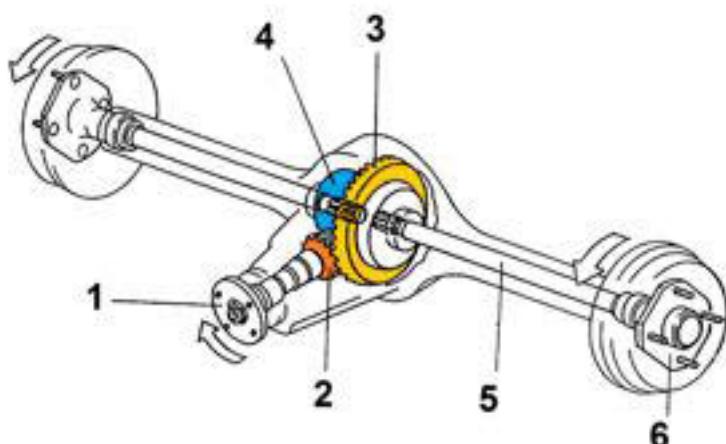
1. Fungsi poros penggerak / poros propeler adalah untuk memindahkan tenaga/putaran dari transmisi ke penggerak aksel.
2. Nama bagian-bagian pada poros penggerak :

- Garpu penghubung
- Poros
- Penghubung luncur
- Timbangan Balans

3. Macam-macam sambungan/penghubung pada poros penggerak :
   - Penghubung salib tunggal
   - Penghubung salib ganda
   - Penghubung Fleksibel
   - Penghubung luncur
4. Pemeriksaan kerusakan pada poros propeler antara lain :
   - Bunyi poros propeler
   - Getaran poros propeler
   - Kebengkokan poros propeler
   - Keausan dan kekocakan bantalan spider
   - Keausan dan kerusakan center support bearing
   - Keausan alur-alur sleeve yoke
   - Karet bushing pada center bearing
   - Keseimbangan/ balance poros propeller.

4.3.7. Lembar Kerja Siswa

Lembar isian hasil pemeriksaan poros penggerak :

NO	PEMERIKSAAN	HASIL
1	....	....
2	....	....
3	....	

4.4. Kegiatan Belajar : Penggerak Aksel

Amatilah gambar di bawah ini, diskusikan dengan teman anda nama-nama bagian dan cara kerja sistem dari sistem yang ada di gambar !

Gambar 4.55. Penggerak Aksel

4.4.1. Tujuan Kegiatan Belajar

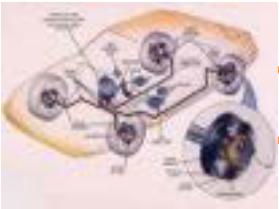
Setelah mempelajari materi ini siswa diharapkan dapat memahami penggerak aksel dan menyajikan data hasil pengamatan tentang fungsi, komponen dan cara kerja dari penggerak aksel dan diferensial serta dapat melakukan pemeliharaan pada penggerak aksel.

4.4.2. Uraian Materi

Aksel adalah sesuatu yang menopang/memikul kendaraan. Sedangkan penggerak akseladalah aksel yang di dalamnya ada mekanisme penggerak untuk menggerakkan roda. Di dalam penggerak aksel ada dua bagian yang harus diperhatikan, yaitu :

A. Penggerak Aksel

1) Fungsi

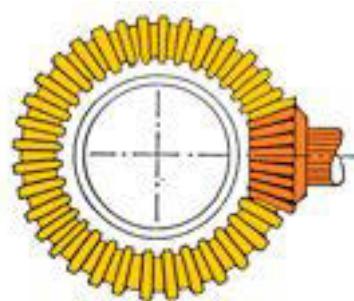
Penggerak aksel berfungsi memperkecil putaran dari poros penggerak (propeler) untuk memperoleh momen yang besar pada roda. Penggerak aksel mempunyai dua komponen utama yaitu gigi penggerak (gigi pinion) dan gigi yang digerakkan (gigi korona). Dua pasangan gigi inilah nanti yang bertugas

mereduksi putaran untuk mendapatkan momen yang besar. Pada kendaraan dengan mesin memanjang pasangan gigi ini juga berfungsi merubah arah putaran poros propeler dengan sudut 90 derajat sehingga roda bisa berputar maju atau mundur.

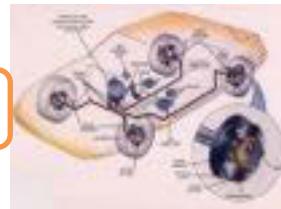
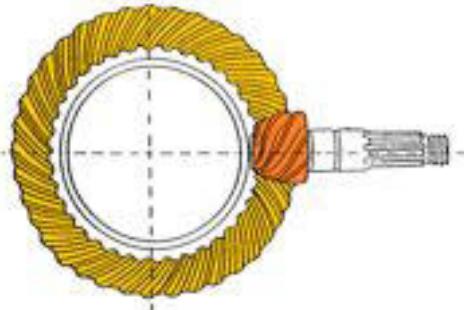
2) Bagian-bagian Penggerak Aksel

Penggerak aksel terdiri dari drive pinion (gigi pinion) dan ring gear (gigi korona).Tipe penggerak aksel ada antara lain bevel gear (dipakai pada kendaraan yang sudah tua/produksi awal 1900), *helical gear*(dipasang pada kendaraan penggerak roda depan) dan *hypoid bevel gear (*dipasang pada kendaraan penggerak roda belakang)

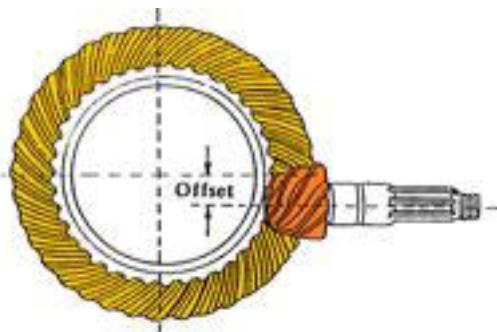
a. Bevel Gear

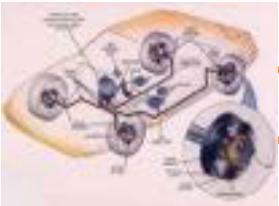
Adalah konstruksi penggerak aksel dimana pasangan antara drive pinion (gigi pinion) dan ring gear (gigi korona) berpotongan 90 derajat. Macam-macam penggerak aksel bevel gear, antara lain :

- Penggerak roda gigi lurus segaris (Bevel Gear)

Gambar 4.56. Penggerak roda gigi lurus segaris (Bevel Gear)

Roda gigi pinion terpasang dengan garis tengah gigi korona dimana bentuk giginya lurus (seperti pada gambar 4.51) sehinggakonstruksinya sederhana dan bidang gesekan kecil.

➢ Penggerak roda gigi spiral (Spiral Bevel Gear)

Gambar 4.57. Penggerak roda gigi spiral (Spiral Bevel Gear)

Roda gigi pinion terpasang dengan garis tengah gigi korona yang bentuk giginya miring (seperti pada gambar 4.52) sehingga permukaan kontaknya lebih banyak dan suara lebih halus.

➢ Penggerak roda gigi hypoid (Hypoid Bevel Gear)

Gambar 4.58. Penggerak roda gigi hypoid (hypoid Bevel Gear)

Roda gigi pinion terpasang offset dengan garis tengah gigi korona yang memiliki gigi miring (seperti pada gambar 4.53). Perbandingan persinggungan roda-roda giginya besar dan bekerjanya sangat halus serta dapat memindahkan tenaga lebih besar adalah keuntungan penggerak aksel tipe hypoid Bevel Gear.Dan selama roda-roda gigi saling berkaitan satu sama lainnya, tipe hypoid bevel gear harus dilumasi dengan oli yang memiliki oil film yang kuat.

b. Helical Gear

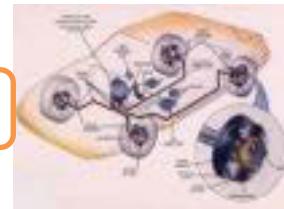
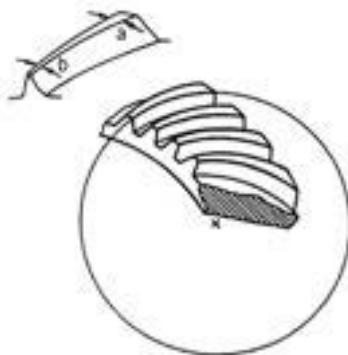
Gambar 4.59. Penggerak roda helical (Helical Gear)

Pada helical gear untuk menghasilkan puntiran, gigi helical gear gigi pinion selalu bersinggungan dengan gigi korona pada lokasi yang sama tanpa ada celah antara gigi pinion dan gigi korona. Oleh sebab itu bunyi dan getaran yang timbul sangat kecil dan momen dapat dipindahkan dengan lembut, ini adalah keuntungan dari jenis helical gear.

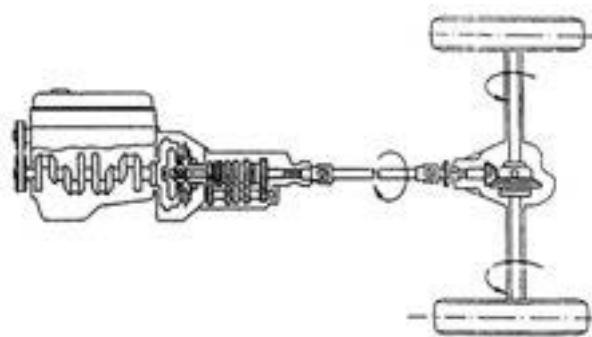
Berdasarkan bentuk gigi korona dibedakan menjadi dua, yaitu :

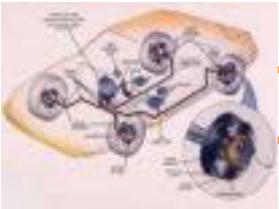
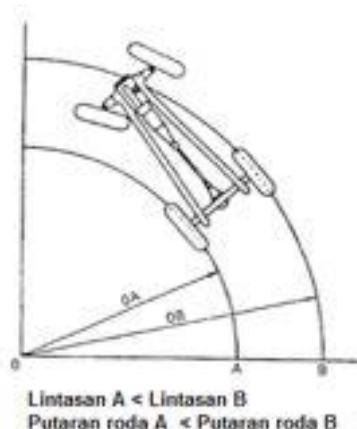
a. Klingenberg

Gambar 4.60. Gigi korona tipe Klingenberg

Pada Klingenberg tebal puncak gigi bagian dalam dan bagian luar sama (A=B). Disebut juga dengan gigi spiral karena bentuk gigi sebagian dari busur spiral. Pemakaian kebanyakan digunakan pada mobil Eropa dan Jepang.

b. **Gleason**

Gambar 4.61. Gigi korona tipe Gleason

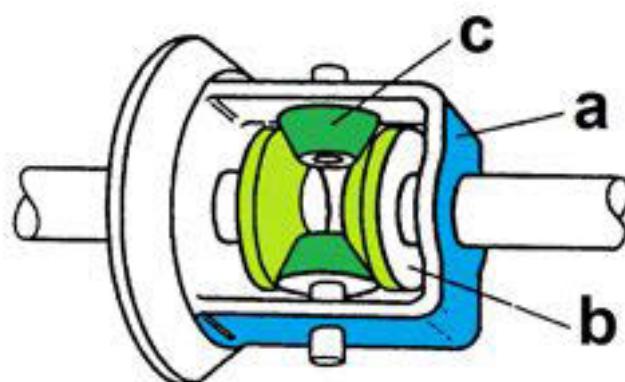
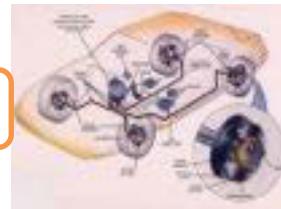
Pada jenis Gleason tebal puncak gigi bagian dalam dan bagian luar tidak sama (a>b). Disebut juga dengan gigi lingkar karena bentuk – bentuk gigi sebagian dari busur lingkaran. Pemakaian kebanyakan digunakan pada mobil Amerika

3) Cara Kerja Penggerak Aksel

Gambar 4.62. Cara kerja penggerak aksel

Putaran dari poros propeler diteruskan ke gigi pinion kemudian gigi pinion menggerakkan gigi korona. Karena jumlah gigi pinion lebih sedikit dibandingkan jumlah gigi korona maka putaran gigi korona menjadi lambat tetapi momennya besar.

B. Differensial

1) Fungsi

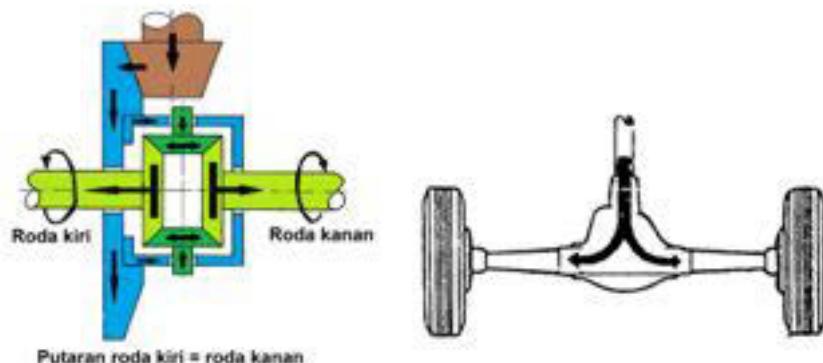
Gambar 4.63. Fungsi diferensial

Diferensial terdiri dari beberapa gigi dimana susunan roda gigi differensial dibuat untuk menghasilkan kecepatan putaran roda sebelah dalam berbeda dengan kecepatan putaran roda sebelah luar pada kendaraan saat berbelok, sehingga roda kiri dan kanan tidak akan slip.

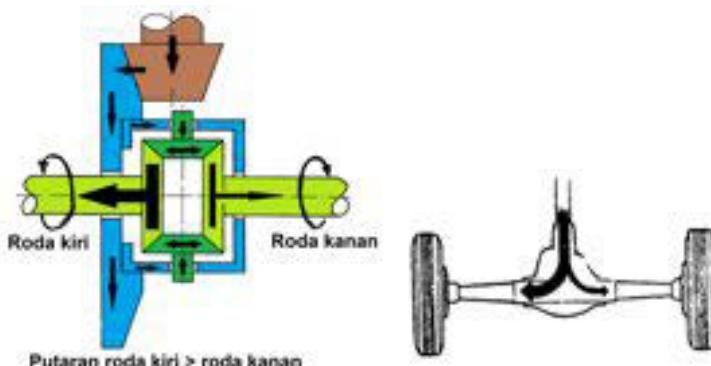
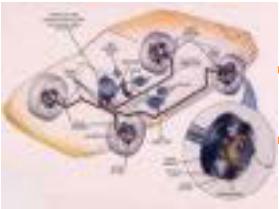
2) Bagian-bagian Diferensial

Gambar 4.64. Bagian-bagian diferensial

Bagian-bagian di dalam rumah diferensial, antara lain :

a. Rumah dudukan poros roda gigi planet
   (Sebagai rumahnya gigi planet dan gigi matahari)
b. Roda gigi matahari
   (Sebagai gigi samping yang akan berpasangan dengan gigi planet)
c. Roda gigi planet
   (Sebagai gigi penyesuai untuk menyesuaikan putaran)

3) Cara Kerja Diferensial

a) Pada saat kendaraan berjalan lurus

Gambar 4.65. Cara kerja diferensial saat lurus

Gigi pinion memutarkan gigi korona, gigi korona memutarkan rumah diferensial, rumah diferensial menggerakkan gigi planet melalui poros satelit kemudian gigi satelit memutarkan gigi matahari (samping) kiri dan kanan dengan rpm yang sama. Karena tahanan roda kanan dan kiri sama, maka putaran roda kanan dan kiri juga sama.

b) Pada saat kendaraan belok

Gambar 4.66. Cara kerja diferensial saat lurus

Gigi pinion memutarkan gigi korona, gigi korona memutarkan rumah diferensial, rumah diferensial menggerakkan gigi planet melalui poros satelit kemudian gigi satelit mengitari gigi samping/matahari yang tahanan gelindingnya besar, sehingga putaran roda kanan dan kiri menjadi tidak sama.

4.4.3. Rangkuman

1. Fungsi penggerak aksel adalah untuk mereduksi putaran dari poros penggerak (propeler) untuk memperoleh momen yang besar pada roda.
2. Bagian-bagian penggerak aksel terdiri dari :
   - Gigi pinion
   - Gigi Korona
3. Cara kerja penggerak aksel :
   Putaran dari poros propeler diteruskan ke gigi pinion kemudian gigi pinion menggerakkan gigi korona. Karena jumlah gigi pinion lebih sedikit dibandingkan jumlah gigi korona maka putaran gigi korona menjadi lambat tetapi momennya besar.
4. Fungsi diferensial adalah membedakan kecepatanputaranroda sebelah dalam dengan kecepatan putaran roda sebelah luar pada saat berbelok, sehingga roda kiri dan kanantidak akan slip.
5. Bagian-bagian di dalam rumah diferensial, antara lain :
   a. Rumah dudukan poros roda gigi planet
   (Sebagai rumahnya gigi planet dan gigi matahari)
   b. Roda gigi matahari
   (Sebagai gigi samping yang akan berpasangan dengan gigi planet)
   c. Roda gigi planet
   (Sebagai gigi penyesuai untuk menyesuaikan putaran)
6. Cara kerja diferensial :
   - Saat kendaraan berjalan lurus
     Gigi pinion memutarkan gigi korona, gigi korona memutarkan rumah diferensial, rumah diferensial menggerakkan gigi planet melalui poros satelit kemudian gigi satelit memutarkan gigi matahari (samping)

kiri dan kanan dengan rpm yang sama. Karena tahanan roda kanan dan kiri sama, maka putaran roda kanan dan kiri juga sama.

- Saat kendaraan berbelok

  Gigi pinion memutarkan gigi korona, gigi korona memutarkan rumah diferensial, rumah diferensial menggerakkan gigi planet melalui poros satelit kemudian gigi satelit mengitari gigi samping/matahari yang tahanan gelindingnya besar, sehingga putaran roda kanan dan kiri menjadi tidak sama.

4.4.4. Tugas

Lakukan pemeriksaan dan pengisian oli pada penggeral aksel kendaraan yang ada di bengkel sekolah anda ! Gunakan oli yang sesuai dan lihat spesifikasi volumenya !

4.4.5. Tes Formatif

1. Jelaskan fungsi dari penggerak aksel !
2. Sebutkan bagian-bagian aksel !
3. Jelaskan cara kerja penggerak aksel !
4. Jelaskan fungsi diferensial !
5. Sebutkan bagian-bagian diferensial !
6. Jelaskan cara kerja diferensial !

4.4.6. Lembar Jawaban Tes Formatif

1. Fungsi penggerak aksel adalah untuk mereduksi putaran dari poros penggerak (propeler) untuk memperoleh momen yang besar pada roda.
2. Bagian-bagian penggerak aksel terdiri dari :
   - Gigi pinion
   - Gigi Korona
3. Cara kerja penggerak aksel :

   Putaran dari poros propeler diteruskan ke gigi pinion kemudian gigi pinion menggerakkan gigi korona. Karena jumlah gigi pinion lebih sedikit dibandingkan jumlah gigi korona maka putaran gigi korona menjadi lambat tetapi momennya besar.

4. Fungsi diferensial adalah membedakan kecepatanputaranroda sebelah dalam dengan kecepatan putaran roda sebelah luar pada saat berbelok, sehingga roda kiri dan kanantidak akan slip.
5. Bagian-bagian di dalam rumah diferensial, antara lain :
   a. Rumah dudukan poros roda gigi planet
   b. Roda gigi matahari
   c. Roda gigi planet
6. Cara kerja diferensial :

- Saat kendaraan berjalan lurus

Gigi pinion memutarkan gigi korona, gigi korona memutarkan rumah diferensial, rumah diferensial menggerakkan gigi planet melalui poros satelit kemudian gigi satelit memutarkan gigi matahari (samping) kiri dan kanan dengan rpm yang sama. Karena tahanan roda kanan dan kiri sama, maka putaran roda kanan dan kiri juga sama.

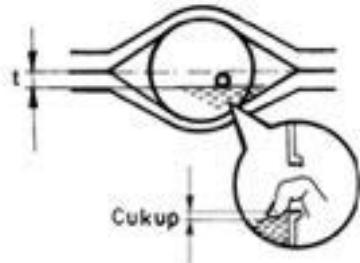
- Saat kendaraan berbelok

Gigi pinion memutarkan gigi korona, gigi korona memutarkan rumah diferensial, rumah diferensial menggerakkan gigi planet melalui poros satelit kemudian gigi satelit mengitari gigi samping/matahari yang tahanan gelindingnya besar, sehingga putaran roda kanan dan kiri menjadi tidak sama.

4.4.7. Lembar Kerja Siswa

Pemeriksaan dan Pengisian Oli pada Penggerak Aksel

Pemeriksaan

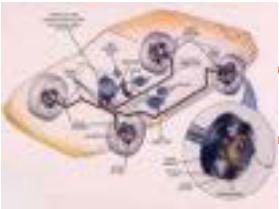
Pemeriksaan oli aksel dilakukan melalui baut pengontrol. Letak baut tersebut selalu di bawah garis sumbu poros (t). Oli cukup bila permukaannya masih dapat dicapai dengan jari. Permukaan oli yang terlalu rendah disebabkan karena ada kebocoran , misalnya pada sil-sil.

PEMERIKSAAN	KETERANGAN
Volume	....
Kualitas	....

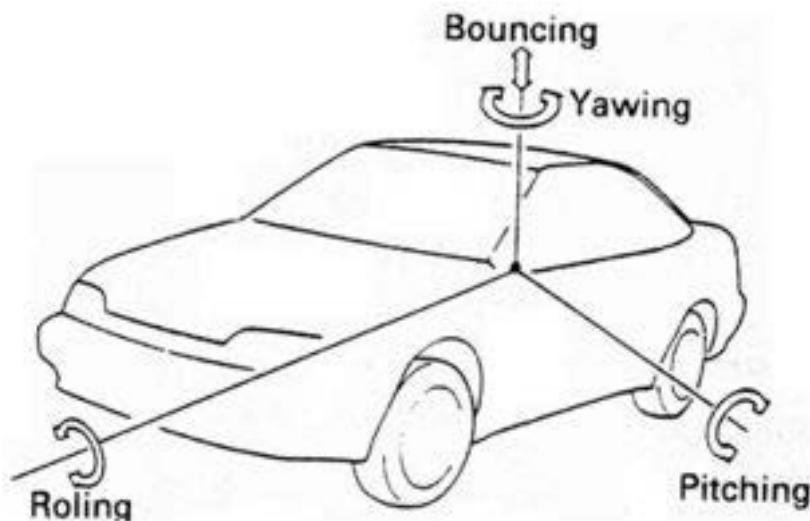
Gambar 4.67. Pemeriksaan Oli pada Penggerak Aksel

Pengisian

Persyaratan : Kendaraan harus berada pada posisi datar (tidak miring) . Oli dapat diisikan dengan menggunakan pompa tangan . Untuk aksel diperlukan oli roda gigi dengan spesifikasi GL 5 atau 6. Pada transmisi bisa juga menggunakan oli mesin .

Gambar 4.68. Pengisian Oli pada Penggerak Aksel

DATA PENGISIAN	KETERANGAN
Volume Pengisian	....
Spesifikasi Oli	....
Km. Waktu Pengisian	....

BAB 5
SISTEM SUSPENSI

5.1. Kegiatan Pembelajaran : Pendahuluan Suspensi

Dengan mengamati Gambar diatas diskusikan jawaban dari pertanyaan berikut ini :

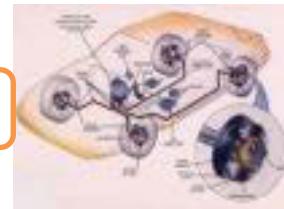
Apa yang dimaksud dengan yawing, rolling pitching dan beri penjelasan penyebabnya ?

____

____

____

____

____

5.1.1. Tujuan Pembelajaran :

Setelah selesai proses pembelajaran siswa dapat :

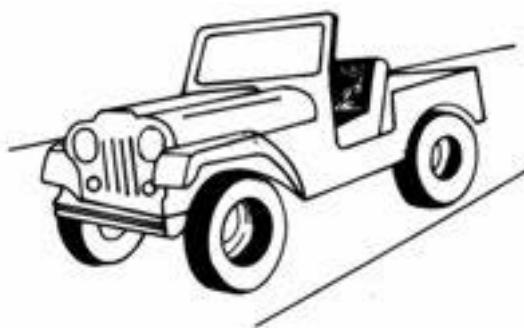
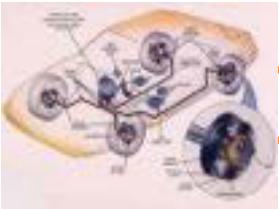
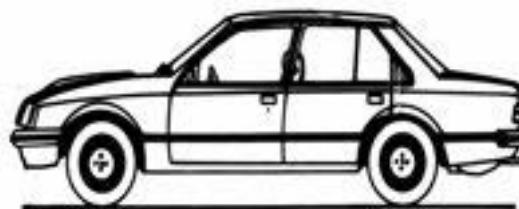
- ✓ Menerangkan fungsi dan tuntutan sistem suspensi kendaraan
- ✓ Menjelaskan macam-macam guncangan kendaraan

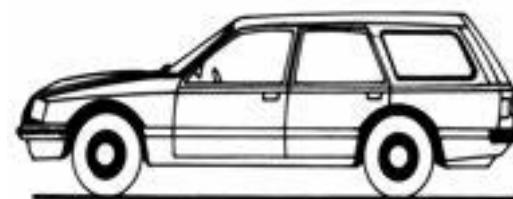
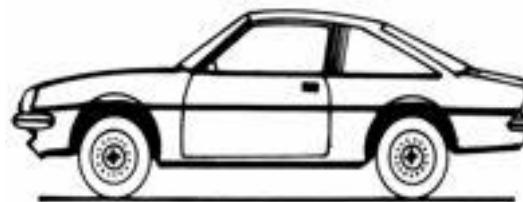
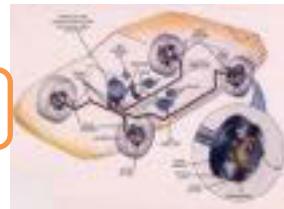
5.1.2. Uraian Materi :

Jenis kendaraan

Kendaraan bermotor adalah kendaraan berjalan di jalan raya dengan tenaga motor.

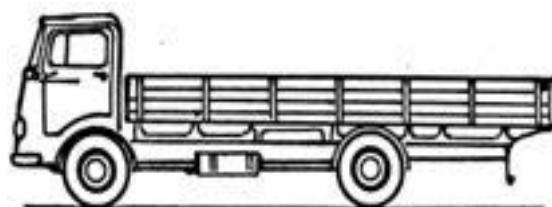
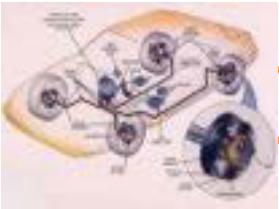
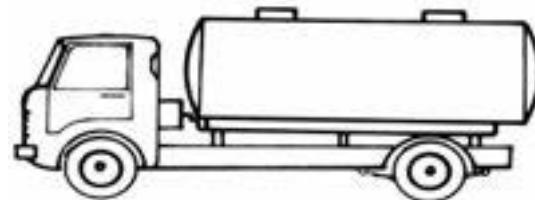
Kendaraan penumpang, adalah kendaraan bermotor untuk mengangkut penumpang

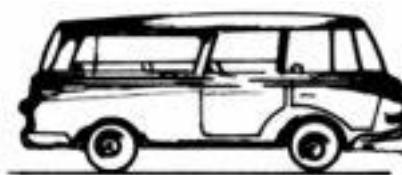
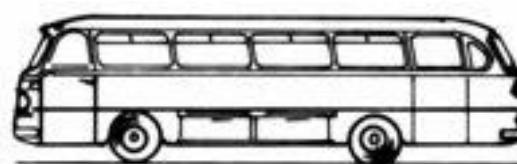
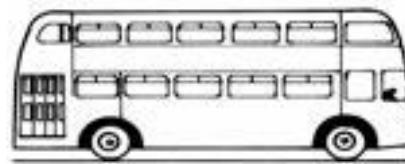
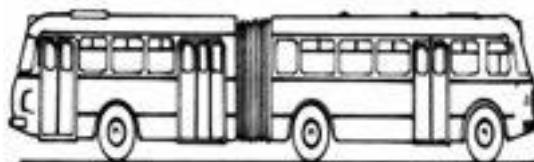
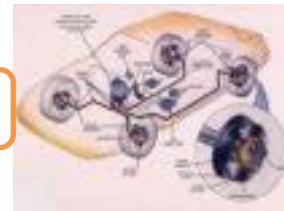
Gambar 5.1. Mobil tiga roda

Gambar 5.2. Jeep

Gambar 5.3. Sedan

Gambar 5.4. Sedan hadback

Gambar 5.5. Sedan caravan

Gambar 5.6. Sedan sport

Gambar 5.7. Sedan coupe

Kendaraan niaga, adalah kendaraan roda empat atau lebih untuk mengangkut barang

Gambar 5.8. Pick-up

Gambar 5.9. Dump truk

Gambar 5.10. Truk

Gambar 5.11. Truk tangki

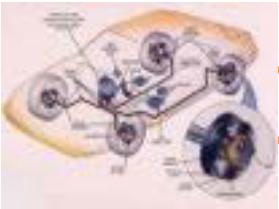
Bus, adalah kendaraan roda empat atau lebih untuk mengangkut penumpang.

Gambar 5.12. Mini bus

Gambar 5.13. Bus

Gambar 5.14. Bus tingkat

Gambar 5.15. Bus gandeng

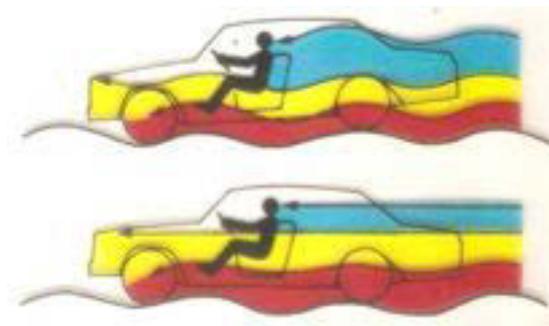
SUSPENSI

Suspensi merupakan bagian kendaraan yang menghubungkan bodi kendaraan dengan roda, konstruksinya dibuat sedemikian rupa sehingga kendaraan dapat berjalan dengan nyaman dan aman.

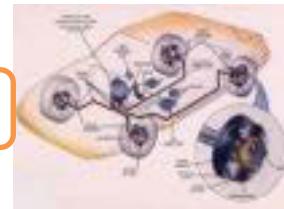
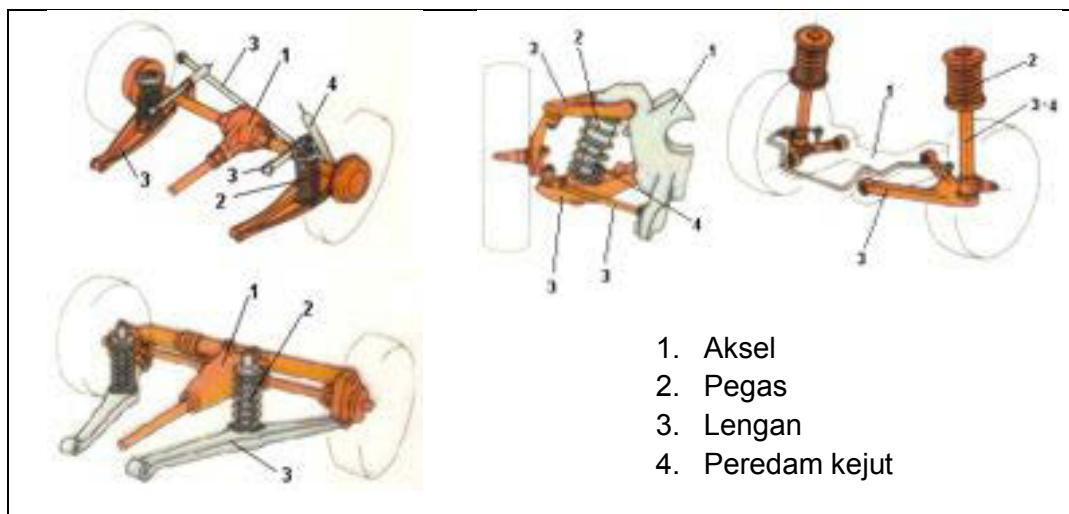
Peran Suspensi

Jika kendaraan berjalan dengan roda-rodanya dipermukaan jalan yang halus, datar maka dia akan menerima guncangan sesuai dengan permukaan jalan. Dan apabila jalan yang dilalui terdapat banyak lubang dan benjolan maka roda-roda tersebut akan menggelinding mengikuti bentuk permukaan jalan yang berlubang maupu benjolan hal ini akan menimbulkan roda bergerak keatas/kebawah dan melalui suspensi gerakan diteruskan ke bodi kendaraan sehingga terjadi guncangan pada bodi tersebut, semakin besar lubang/benjolan permukaan jalan disertai semakin cepat gerak kendaraan maka guncangan yang ditimbulkan juga lebih kuat.

Jika tidak dipersiapkan sesuatu untuk mengurangi guncangan ini ketingkat kenyamanan yang dapat diterima, maka bisa menimbulkan beberapa masalah yaitu : Penumpang mengalami guncangan yang dirasa tidak nyaman, turun-naik dan tersentak. Mobil akan susah dikuasai pengendaliannya bila terjadi guncangan yang kuat serta dapat merusak kendaraan, penumpang dan barang bawaannya. Untuk meningkatkan kenyamanan dan kestabilan kendali, maka dibuatlah susunan pegas,lengan-lengandan peredam getaran yang kemudian dipasang diantara Roda dan bodi kendaraan yang fungsinya untuk mengurangi guncangan dan kejutan.

Suspensi menghubungkan bodi kendaraan dengan roda-roda, yang fungsinya adalah sebagai berikut :

- ✓ Suspensi bersama-sama dengan ban menyerap dan meredam bermacam getaran, kejutan, dan turun-naik dari permukaan jalan untuk melindungi penumpang dan bawang bawaan serta untuk meningkatkan kestabilan mengemudi.
- ✓ Menyalurkan gaya maju (percepatan), mengerem (perlambatan)dan gaya kesamping (sentrifugal saat manuver) yang dihasilkan karena gesekan antara permukaan jalan dengan roda ke body.
- ✓ Menopang body pada axles dan menjaga hubungan antara body dan roda-dora secara geometris.

Gambar 5.16. Fungsi Suspensi

Untuk itu maka suspensi harus dapat :

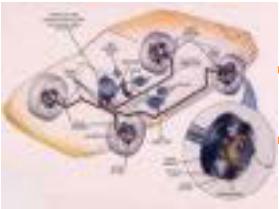
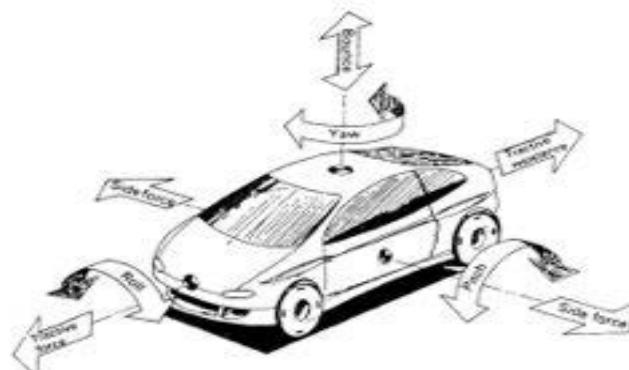
- Mengantar gerakan roda
- Memungkinkan roda tetap menapak pada jalan
- Mengabsorsi dan meredam getaran bodi akibat kondisi jalan
- Meneruskan gaya pengemudian dan pengereman

Komponen suspensi

Gambar 5.17. Komponen Suspensi

Fungsi komponen :

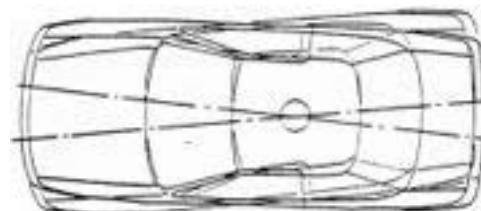
1. Aksel → Pemikul bodi kendaraan
2. Pegas → Menyerap sumber guncangan
3. Lengan → Pengantar gerakan roda
4. Peredam kejut → Meredam kejutan-kejutan yang ditimbulkan

Guncangan Kendaraan

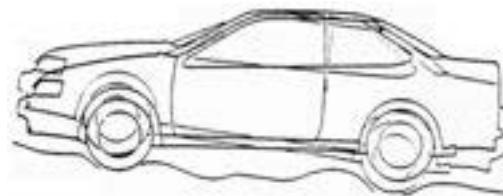
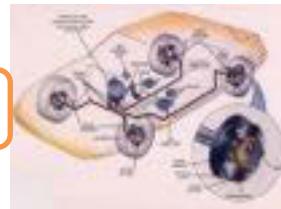
Bodi kendaraan akan terjadi guncangan dari gaya-gaya yang bekerja padanya gaya tersebut bersumber dari gaya akibat percepatan, perlambatan dan sentrifugal (saat manufer) dan selanjutnya gaya ditopang oleh kemampuan traksi dimasing-masing rodanya sehingga gerak goncangan jika ditinjau dari aksis vertical, horizontal melintang dan dan horizontal memanjang akan terdapat beberapa macam guncangan :

- ✓ Terhadap aksis vertical timbul guncangan Yawing akibat dari side force dan timbul Bouncing
- ✓ Terhadap aksis horizontal melintang timbul Pitching akibat dari Tractive force dan tractive resistance.
- ✓ Terhadap aksis horizontal memanjang timbul Rolling akibat dari side force

Gambar 5.18. Macam-macam Guncangan

Yawing :

Yawing adalah gerakan kendaraan yang mengimpang ke sisi kanan dan kiri dari titik sumbu tengah kendaraan.

Gambar 5.19. Yawing

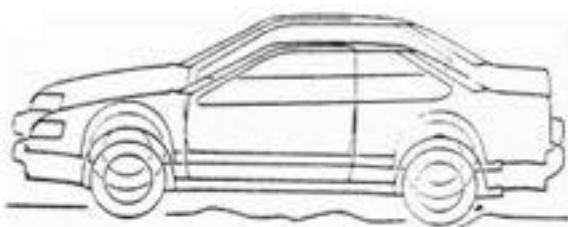
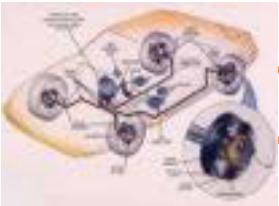
Pitching

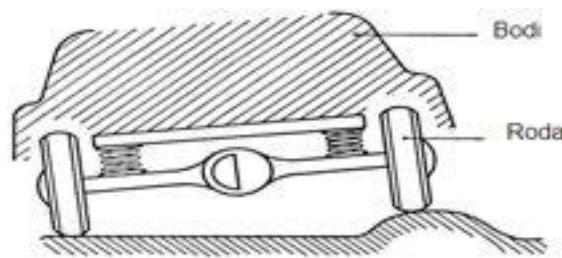
Pitching adalah gerakan turun naik pada bagian depan dan belakang kendaraan (seperti menganguk-angguk). Hal ini terjadi terutama apabila mobil melaju dijalan yang banyak benjolannya atau juga di jalan aspal yang tidak rata dan banyak lubang, gejala pitching lebih mudah terjadi bila spring yang digunakan lebih lembut dibandingkan dengan spring yang lebih keras.

Gambar 5.20. Pitching

Rolling

Adalah gerakan bodi kendaraan miring ke kanan atau kekiri. Ketika mobil berjalan atau berbelok di jalan yang bergelombang, salah satu sisi spring kendaraan akan mengembang, sedangkan sisi satunya lagi mengkerut. Hal ini disebabkan karena bodi kendaraan rolling (miring) ke salah satu sisi.

Gambar 5.21. Rolling

Bouncing

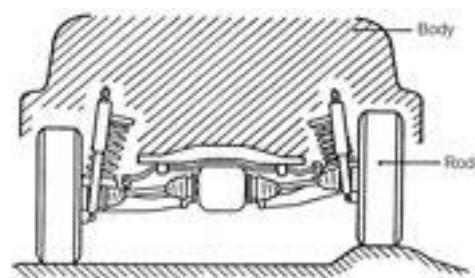
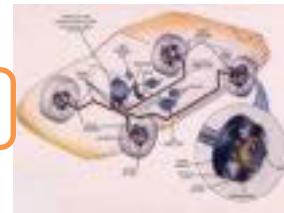
Bouncing adalah gerakan naik turun pada keseluruhan bodi kendaraan. Bouncing terjadi umumnya ketika kendaraan berjalan pada jalan yang bergelombang dengan kecepatan tinggi. Juga bisa karena springs yang terlalu lembut.

Gambar 5.22. Bouncing

Komponen utama suspensi :

Suspensi aksel rigid

Gambar 5.23. Suspensi aksel rigid

Sifat – sifat :

- Gerakan salah satu roda mempengaruhi roda yang lain
- Konstruksi sederhana, perawatan mudah
- Gerakan pemegasan sedikilt mempengaruhi geometri roda
- Memerlukan ruang pemegasan yang besar
- Titik berat kendaraan tidak dapat rendah (kenyamanan kurang)
- Massa tak berpegas (aksel, roda) berat (kenyamanan kurang
- Bodi sedikit miring pada saat belok

Penggunaan **:** Aksel belakang tanpa/dengan penggerak roda (kendaraan ringan dan berat), aksel depan (kendaraan berat) tanpa / dengan penggerak

Suspensi Independen

Gambar 5.24. Suspensi Independen

Sifat – sifat secara umum :

- ✓ Gerakan salah satu roda tidak mempengaruhi roda lain
- ✓ Konstruksi agak rumit
- ✓ Membutuhkan sedikit tempat
- ✓ Jarak roda dan geometri roda berubah saat pemegasan
- ✓ Titik berat kendaraan dapat rendah (nyaman dan aman)
- ✓ Pegas dapat dikonstruksi lembut (pegas tidak membantu mengantar gerakan roda
- ✓ Perawatan lebih sulit

Penggunaan :

- ✓ Aksel depan dan belakang (kendaraan penumpang / sedan)
- ✓ Aksel depan saja (kendaraan menengah dan berat)

5.1.3. Rangkuman :

1) Suspensi menghubungkan bodi kendaraan dengan roda-roda, yang fungsinya adalah sebagai berikut :
   - ✓ Suspensi bersama-sama dengan ban menyerap dan meredam bermacam getaran, kejutan, dan turun-naik dari permukaan jalan untuk melindungi penumpang dan bawang bawaan serta untuk meningkatkan kestabilan mengemudi.
   - ✓ Menyalurkan gaya maju (percepatan), mengerem (perlambatan)dan gaya kesamping (sentrifugal saat manuver) yang dihasilkan karena gesekan antara permukaan jalan dengan roda ke body.
   - ✓ Menopang body pada axles dan menjaga hubungan antara body dan roda-dora secara geometris.

2) Untuk itu tuntutan suspensi harus dapat :
   - ✓ Mengantar gerakan roda
   - ✓ Memungkinkan roda tetap menapak pada jalan
   - ✓ Mengabsorsi dan meredam getaran bodi akibat kondisi jalan
   - ✓ Meneruskan gaya pengemudian dan pengereman

3) Macam-macam guncangan pada mobil :
   - ✓ Terhadap aksis vertical timbul guncangan Yawing akibat dari side force dan timbul Bouncing
   - ✓ Terhadap aksis horizontal melintang timbul Pitching akibat dari Tractive force dan tractive resistance.
   - ✓ Terhadap aksis horizontal memanjang timbul Rolling akibat dari side force

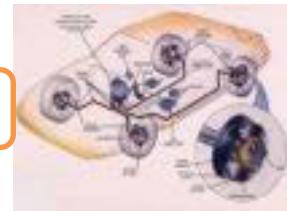
5.1.4. Tugas :

Amati sistem suspensi pada kendaraan lalu diskusikan terkait dengan fungsi dan tuntutan suspensi !

5.1.5. Tes Formatif :

1) Jelaskan fungsi suspensi !
2) Sebutkan tuntutan dari sistem suspensi !
3) Sebutkan macam-macam goncangan pada mobil !

5.1.6. Lembar Jawaban Tes Formatif :

1) Suspensi menghubungkan bodi kendaraan dengan roda-roda, yang fungsinya adalah sebagai berikut :
   - ✓ Suspensi bersama-sama dengan ban menyerap dan meredam bermacam getaran, kejutan, dan turun-naik dari permukaan jalan untuk melindungi penumpang dan bawang bawaan serta untuk meningkatkan kestabilan mengemudi.
   - ✓ Menyalurkan gaya maju (percepatan), mengerem (perlambatan)dan gaya kesamping (sentrifugal saat manuver) yang dihasilkan karena gesekan antara permukaan jalan dengan roda ke body.
   - ✓ Menopang body pada axles dan menjaga hubungan antara body dan roda-roda secara geometris.

2) Untuk itu tuntutan suspensi harus dapat :
   - ✓ Mengantar gerakan roda
   - ✓ Memungkinkan roda tetap menapak pada jalan
   - ✓ Mengabsorsi dan meredam getaran bodi akibat kondisi jalan
   - ✓ Meneruskan gaya pengemudian dan pengereman
3) Macam-macam guncangan pada mobil :
   - ✓ Terhadap aksis vertical timbul guncangan Yawing akibat dari side force dan timbul Bouncing
   - ✓ Terhadap aksis horizontal melintang timbul Pitching akibat dari Tractive force dan tractive resistance.
   - ✓ Terhadap aksis horizontal memanjang timbul Rolling akibat dari side force

5.1.7. Lembar Kerja Siswa :

Fungsi Suspensi	Tuntutan Suspensi

5.2. Kegiatan Pembelajaran : Macam-macam Suspensi

Dengan mengamati Gambar diatas diskusikan jawaban dari pertanyaan berikut ini :

Apakah nama dan fungsi komponen yang berarna biru dan merah ?

____

____

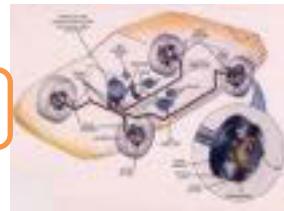
____

____

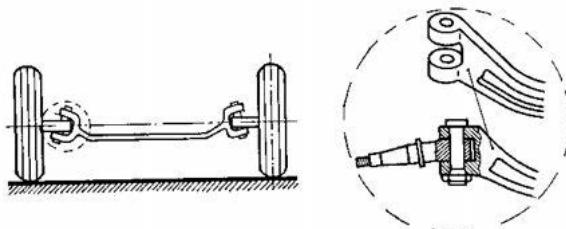
____

5.2.1. Tujuan Pembelajaran :

Setelah selesai proses pembelajaran siswa dapat :

- ✓ Menjelaskan nama dan fungsi komponen sistem suspensi kendaraan
- ✓ Menjelaskan cara kerja dan penggunaan macam-macam sistem suspensikendaraan

5.2.2. Uraian Materi :

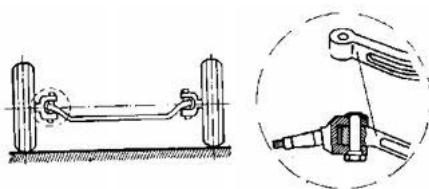
Macam–Macam Suspensi Aksel Rigrid

Aksel Rigid Canggah

Gambar 5.25. Aksel Rigid Canggah

Ujung aksel berbentuk seperti canggah atau garpu yang dihubungkan sumbu king pin dengan spindel

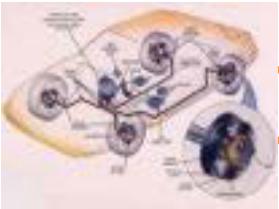
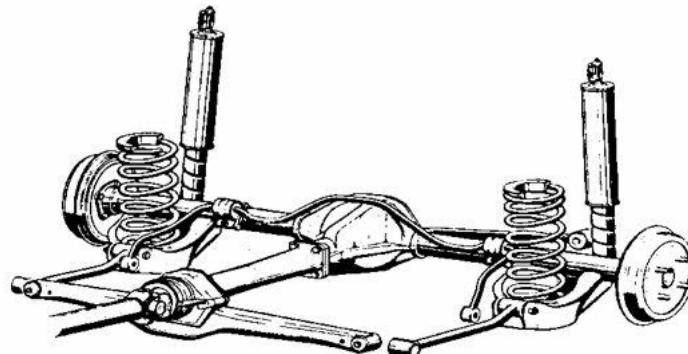
Penggunaan :

Aksel depan pada kendaraan berat

Aksel Rigid Kepalan Tinju

Gambar 5.26. Aksel Rigid Kepalan Tinju

Ujung aksel berbentuk seperti kepalan tinju yang dihubungkan sumbu king pin dengan spindel

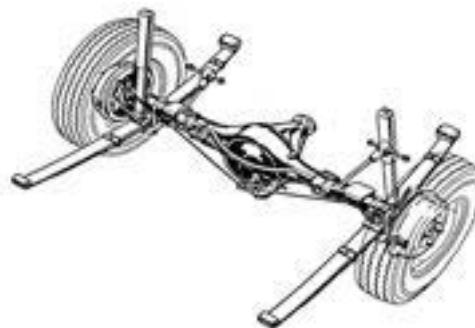
Penggunaan :

Aksel depan pada kendaraan berat

Aksel Rigid Pipa Berpegas Koil

Gambar 5.27. Aksel Rigid Pipa Berpegas Koil

Lengan – lengan berfungsi untuk mengantar gerakan roda (pegas koil tidak dapat menerima beban horisontal) arah memanjang dan melintang

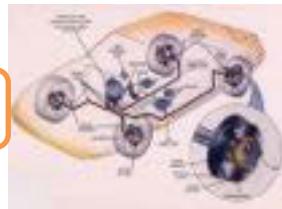
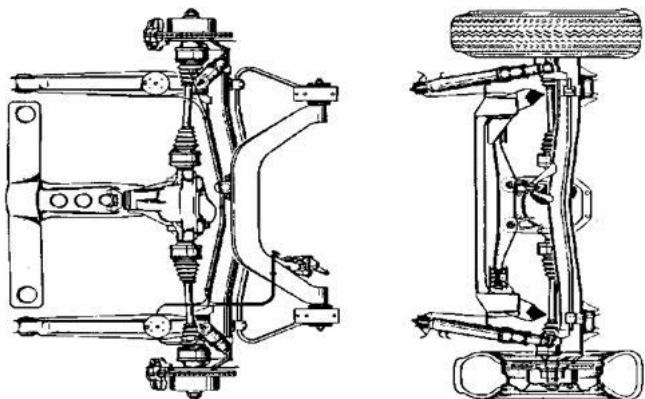
Penggunaan :

Aksel depan / belakang, dengan / tanpa penggerak roda

Aksel Rigid PipaBerpegas Daun

Gambar 5.28. Aksel Rigid Pipa Berpegas Daun

Tidak dibutuhkan lengan – lengan, karena pegas daun dapat meneruskan beban / gaya memanjang dan melintang

Penggunaan :

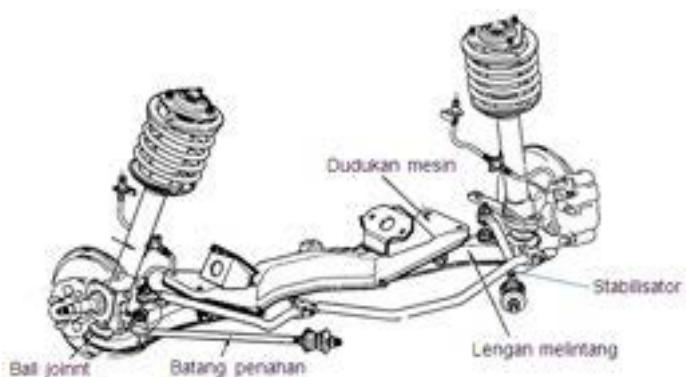
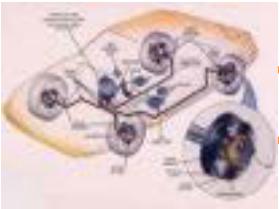
Aksel depan / belakang, dengan / tanpa penggerak roda

Aksel Rigid De – Dion

Gambar 5.29. Aksel Rigid De-dion

Kedua roda dipegang batang / aksel khusus, diferensial diikat pada bodi, perlu empat penghubung (joint) pada aksel roda, tidak ada perubahan geometri roda saat pemegasan, massa tak terpegas ringan

Penggunaan :

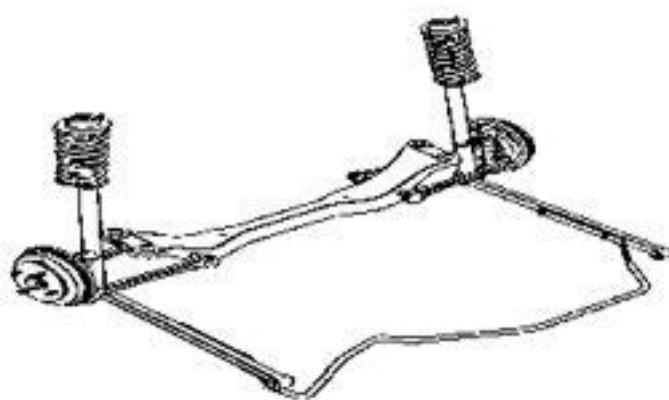
Aksel belakang dengan penggerak roda belakang

Suspensi Independen

Mac. Pherson, dengan Lengan Melintang dan Batang Penahan

Gambar 5.30. Mac. Pherson Lengan melintang dan batang penahan

Lengan melintang : Mengantar gerakan roda (arah melintang) saat pemegasan

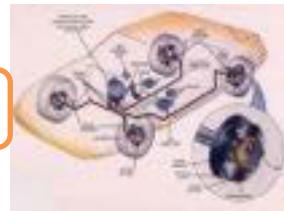
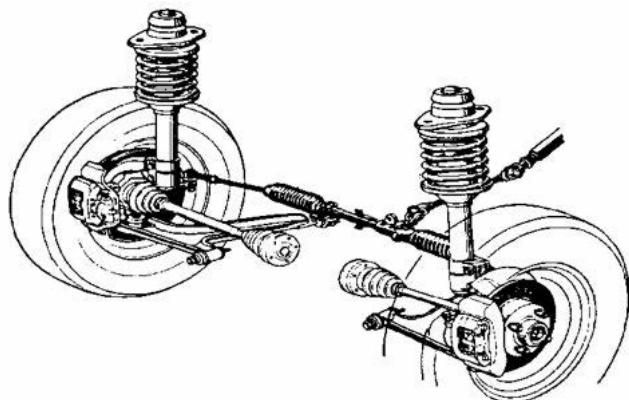
Batang penahan : Menahan gaya memanjang (rem, penggerak dsb.)

Penggunaan : Aksel depan dengan / tanpa penggerak roda

Suspensi Mac. Pherson, Dengan Lengan Melintang dan Memanjang

Gambar 5.31. Mac Pherson lengen melintang dan memanjang

Lengan memanjang / melintang : Mengantar gerakan roda / mengatasi gaya melintangdan memanjang

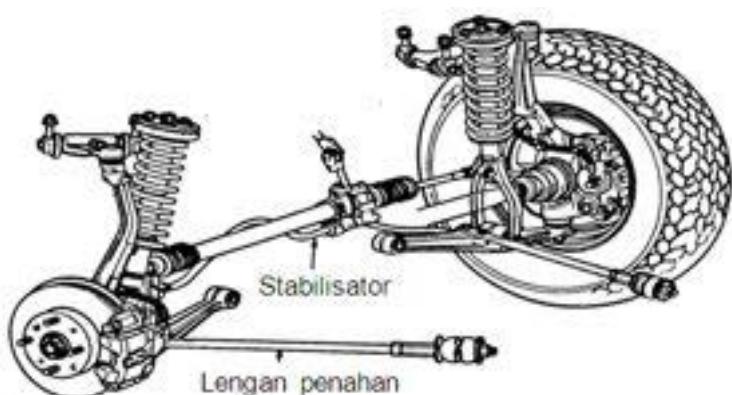
Penggunaan :

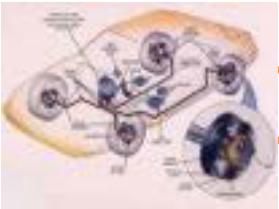
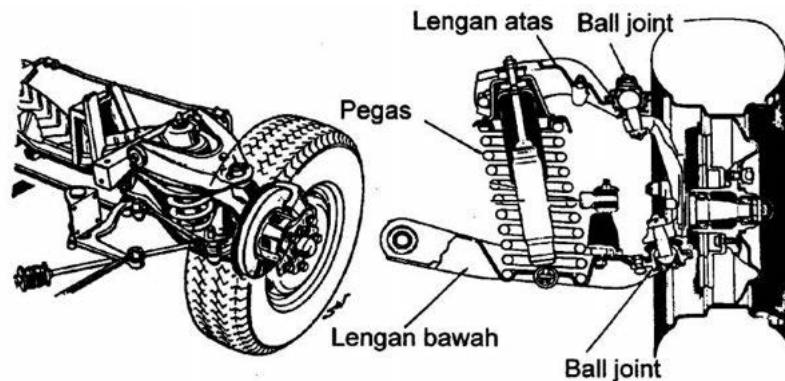
Aksel belakang tanpa penggerak roda

Suspensi Mac. Pherson, Dengan Lengan " L "

Gambar 5.32. Mac. Pherson Lengan L

Lengan " L " mengantar gerakan roda (menahan gaya memanjang / melintang

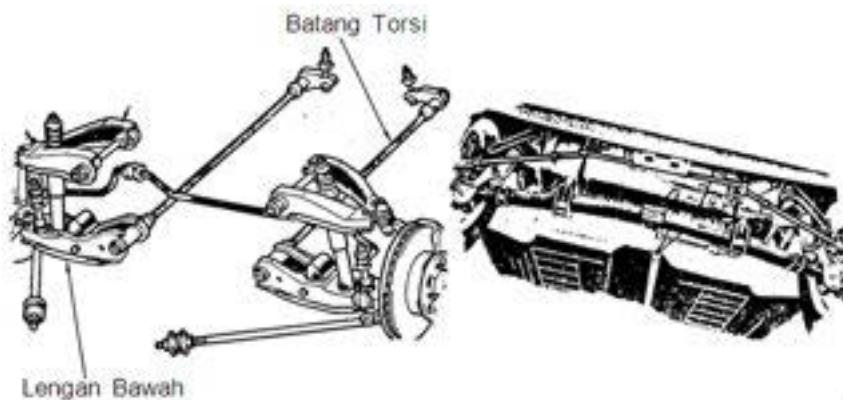
Penggunaan :

Aksel depan, dengan / tanpa penggerak roda

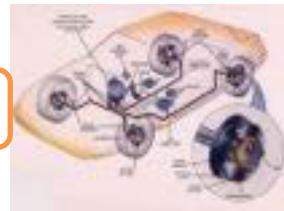
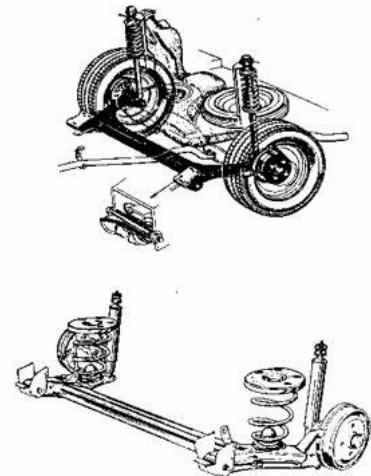
Mac Pherson Sistem " Honda " (Suspensi Lengan Melintang)

Gambar 5.33. Mac. Pherson Sistem Honda

Suspensi ini tergolong " Suspensi Wish Bone " atau lengan menlintang yang dikembangkan dari suspensi Mac Pherson oleh Honda Penggunaan Aksel depan dengan penggerak roda

Suspensi Wishbone, Dengan Pegas Koil

Gambar 5.34. Suspensi Whisbone pegas koil

Penggunaan : Aksel depan tanpa penggerak roda

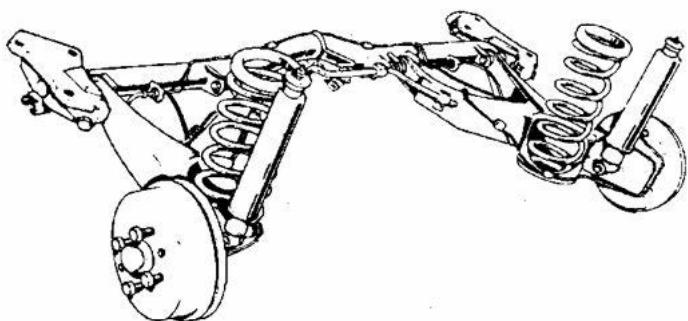
Suspensi Wishbone**,** Dengan Pegas Torsi dan Pegas Daun

Gambar 5.35. Suspensi Wishbone pegas torsi dan daun

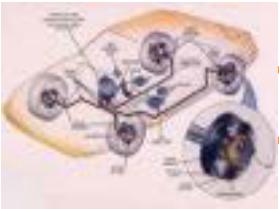
Pada suspensi Wishbone, lengan atas dibuat lebih pendek daripada lengan bawah, supaya saat pemegasan :

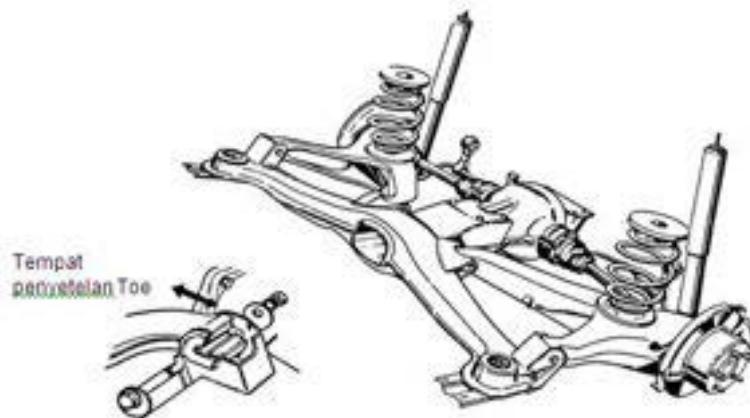
- ✓ Jarak roda tidak berubah (keausan ban berkurang)
- ✓ Tumpuan roda saat pemegasan (belok) baik

Suspensi Independen Dengan Aksel Lengan Torsi

Gambar 5.36. Suspensi Independen Aksel lengan torsi

Pada saat salah satu roda terpegas (juga pada saat belok), maka lengan torsi menerima beban puntir sehingga berfungsi seperti stabilitator.

Penggunaan : Aksel belakang tanpa penggerak roda

Suspensi Independen Lengan Memanjang

Gambar 5.37. Suspensi independen lengan memanjang

Lengan memanjang mengantar gerakan roda dan menahan gaya memanjang / melintang

Penggunaan : Aksel belakang tanpa penggerak roda

Suspensi Independen Lengan Miring

Gambar 5.38. Suspensi independen lengan miring

Lengan miring : untuk menahan gaya melintang & memanjang
Penggunaan : Aksel belakang dengan penggerak roda

5.2.3. Rangkuman :

1) Fungsi lengan–lengan pada suspensi untuk mengantar gerakan roda (pegas koil tidak dapat menerima beban horisontal) arah memanjang dan melintang
2) Macam-macam suspensi pada aksel rigid :
   - ✓ Aksel Rigid Canggah
   - ✓ Aksel Rigid Kepalan Tinju
   - ✓ Aksel Rigid PipaBerpegas Koil
   - ✓ Aksel Rigid PipaBerpegas Daun
   - ✓ Aksel Rigid De – Dion
3) Macam-macam suspensi independen :
   - ✓ Mac. Pherson, dengan Lengan Melintang dan Batang Penahan
   - ✓ Suspensi Mac. Pherson, Dengan Lengan Melintang dan Memanjang
   - ✓ Suspensi Mac. Pherson, Dengan Lengan “ L “
   - ✓ Mac Pherson Sistem “ Honda “ (Suspensi Lengan Melintang)
   - ✓ Suspensi Wishbone, Dengan Pegas Koil
   - ✓ Suspensi Wishbone, Dengan Pegas Torsi dan Pegas Daun
   - ✓ Suspensi Independen Dengan Aksel Lengan Torsi

- ✓ Suspensi Independen Lengan Memanjang
- ✓ Suspensi Independen Lengan Miring

5.2.4. Tugas :

Lakukan identifikasi jenis-jenis suspensi disertai dengan gambar/foto pada kendaraan disekitar anda !

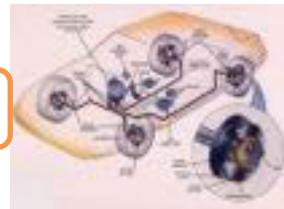
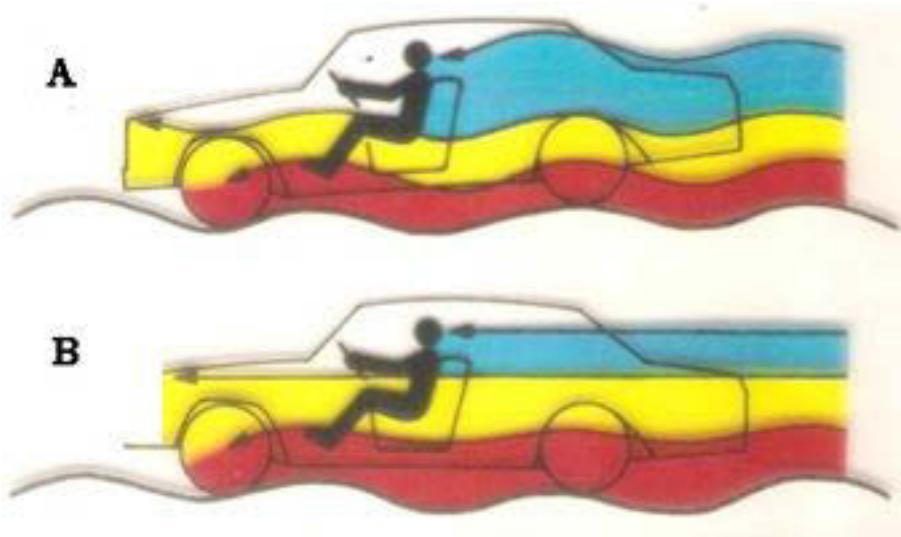
5.2.5. Tes Formatif :

1) Jelaskan fungsi lengan-lengan pada suspensi
2) Sebutkan macam-macam suspensi rigid !
3) Sebutkan macam-macam suspensi independen !

5.2.6. Lembar Jawaban Tes Formatif :

1) Fungsi lengan–lengan pada suspensi untuk mengantar gerakan roda (pegas koil tidak dapat menerima beban horisontal) arah memanjang dan melintang
2) Macam-macam suspensi pada aksel rigid :
   - ✓ Aksel Rigid Canggah
   - ✓ Aksel Rigid Kepalan Tinju
   - ✓ Aksel Rigid PipaBerpegas Koil
   - ✓ Aksel Rigid PipaBerpegas Daun
   - ✓ Aksel Rigid De – Dion
3) Macam-macam suspensi independen :
   - ✓ Mac. Pherson, dengan Lengan Melintang dan Batang Penahan
   - ✓ Suspensi Mac. Pherson, Dengan Lengan Melintang dan Memanjang
   - ✓ Suspensi Mac. Pherson, Dengan Lengan “ L “
   - ✓ Mac Pherson Sistem “ Honda “ (Suspensi Lengan Melintang)
   - ✓ Suspensi Wishbone, Dengan Pegas Koil
   - ✓ Suspensi Wishbone, Dengan Pegas Torsi dan Pegas Daun
   - ✓ Suspensi Independen Dengan Aksel Lengan Torsi
   - ✓ Suspensi Independen Lengan Memanjang
   - ✓ Suspensi Independen Lengan Miring

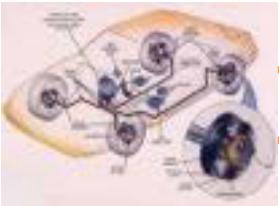
5.2.7. Lembar Kerja Siswa :

Jenis Kendaraan	Jenis Suspensi yang digunakan	Gambar/foto

5.3. Kegiatan Pembelajaran : Pegas dan Peredam Getaran

Dengan mengamati Gambar diatas diskusikan jawaban dari pertanyaan berikut ini :

Komponen suspensi apakah yang berperan menyerap dan meredam guncangan kendaraan beri penjelasan ?

____

____

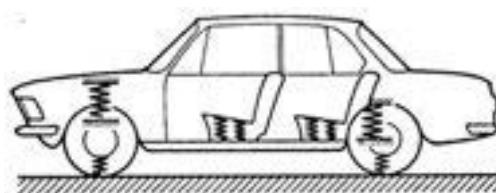
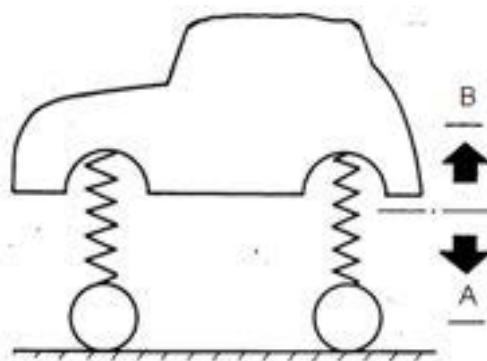
____

5.3.1. Tujuan Pembelajaran :

Setelah selesai proses pembelajaran siswa dapat :

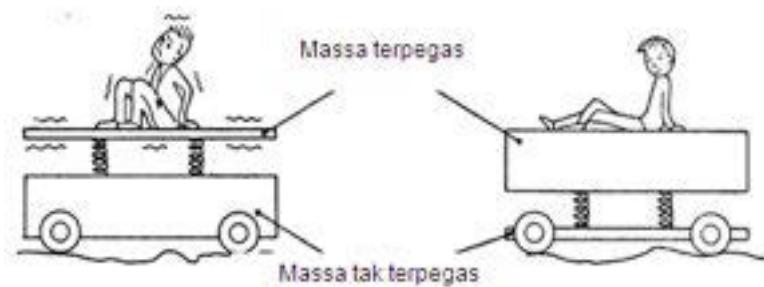
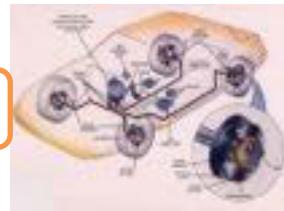
- ✓ Menjelaskan fungsi pegas dan peredam kejut dalam sistem suspensi kendaraan
- ✓ Menjelaskan cara kerja dan penggunaan macam-macam pegas dan peredam kejut dalam sistem suspensikendaraan

5.3.2. Uraian Materi :

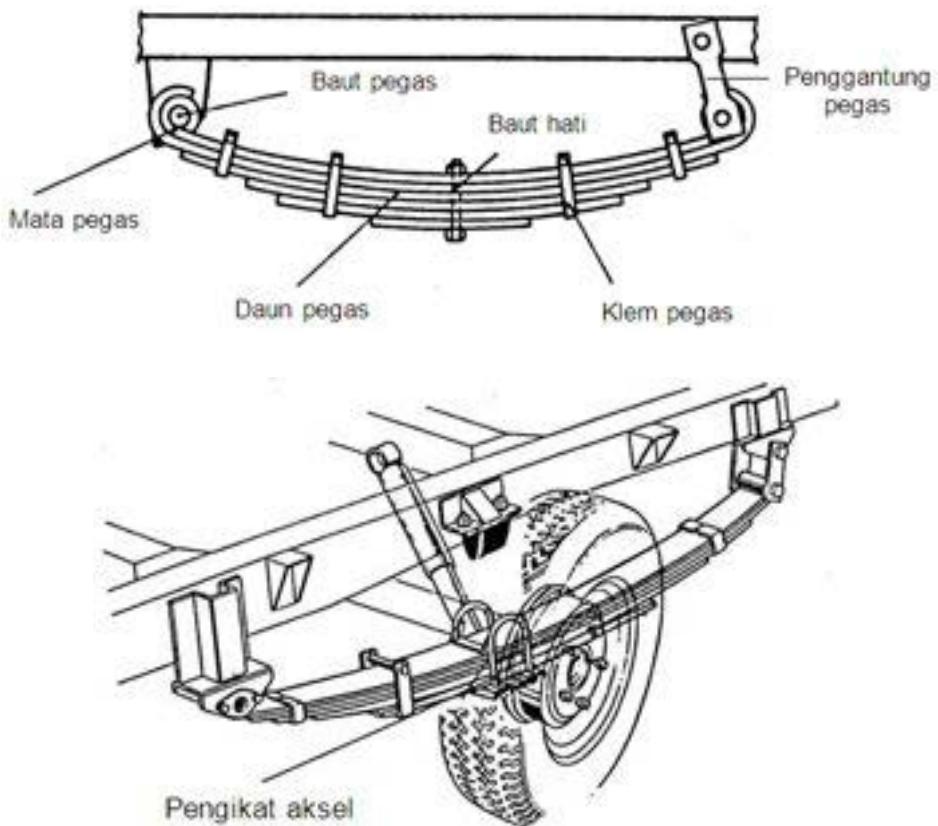
Pegas Dan Stabilisator

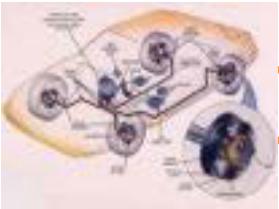
Pegas berfungsi untuk menghilangkan getaran karoseri yang ditimbulkan oleh pukulan jalan pada roda, Selain itu juga menjamin roda tetap menapak pada jalan

Pemegasan pada kendaraan dihasilkan oleh : ban, pegas suspensi dan pegas tempat duduk

Massa tak terpegas (A), meliputi :

Roda, rem, aksel dan ½ pegas bagian bawah

Massa terpegas (B) ,meliputi :
Bodi dan semua komponen yang melekat pada bodi, penumpang barang dan ½ pegas bagian atas

Gambar 5.39. Prinsip pemegasan

Kendaraan semakin nyaman jika massa tak terpegas semakin ringan

Macam – Macam Pegas

Pegas Daun

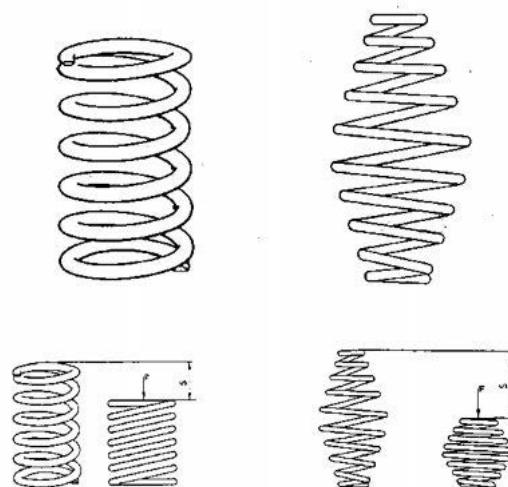
Gambar 5.40. Pegas daun

Sifat – Sifat :

- ✓ Konstruksi sederhana
- ✓ Dapat meredam getaran sendiri (gesekan antara daun pegas)
- ✓ Berfungsi sebagai lengan penyangga (tidak memerlukan lengan memanjang dan melintang)

Penggunaan :

Aksel depan / belakang, tanpa / dengan penggerak roda

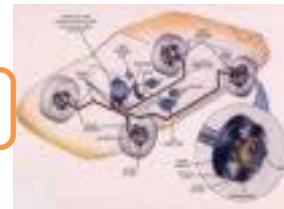
Pegas Koil

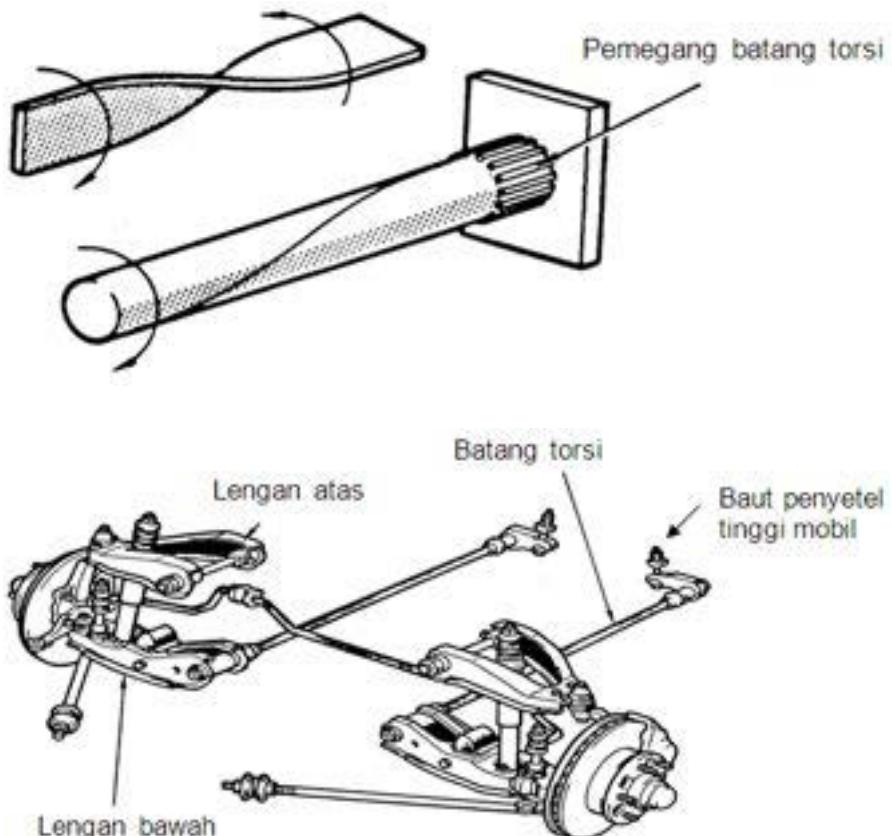
Pada saat pemegasan, batang pegas koil menerima beban puntir dan lengkung

Gambar 5.41. Pegas koil

Sifat – Sifat :

- ✓ Langkah pemegasan panjang
- ✓ Tidak dapat meredam getaran sendiri
- ✓ Tidak dapat menerima gaya horisontal (perlu lengan – lengan)
- ✓ Energi beban yang diabsorsi lebih besar daripada pegas daun
- ✓ Dapat dibuat pegas lembut

Penggunaan :

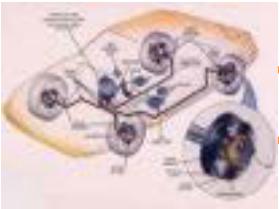
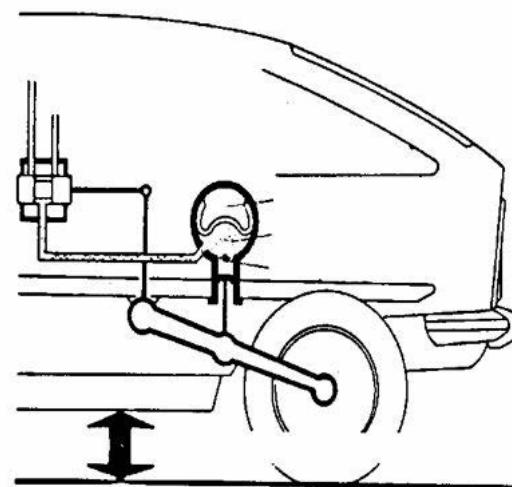
Pada suspensi independen dan aksel rigrid

Pegas Batang Torsi (Puntir)

Pada saat pemegasan, pegas menerima beban puntir

Gambar 5.42. Pegas batang torsi

Sifat – Sifat :

- ✓ Memerlukan sedikit tempat
- ✓ Energi yang diabsorsi lebih besar daripada pegas lain
- ✓ Tidak mempunyai sifat meredam getaran sendiri
- ✓ Dapat menyetel tinggi bebas mobil
- ✓ Langkah pemegasan panjang
- ✓ Mahal

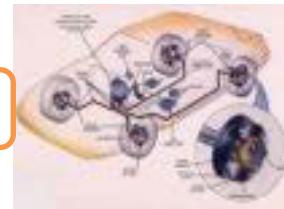
Penggunaan :

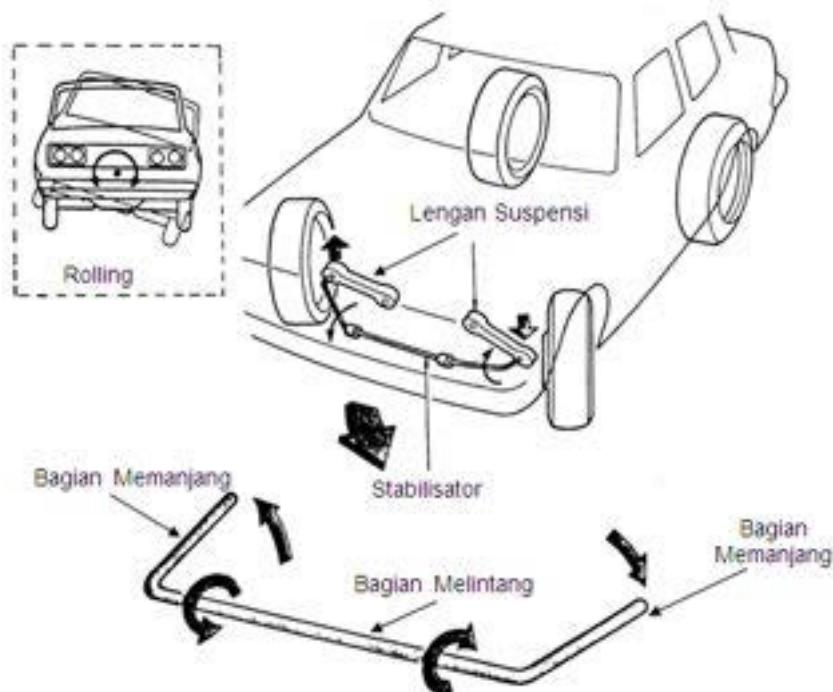
Suspensi Independen

Pegas Hidropneumatis

Gambar 5.43. Pegas Pneumatic

Sifat – sifat :

- ✓ Elastisitas tinggi
- ✓ Saat pemegasan tidak timbul gelembung udara pada oli
- ✓ Dapat untuk mengatur tinggi bebas kendaraan

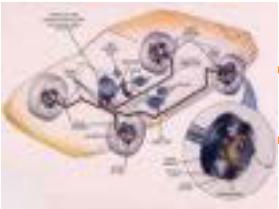
Penggunaan :

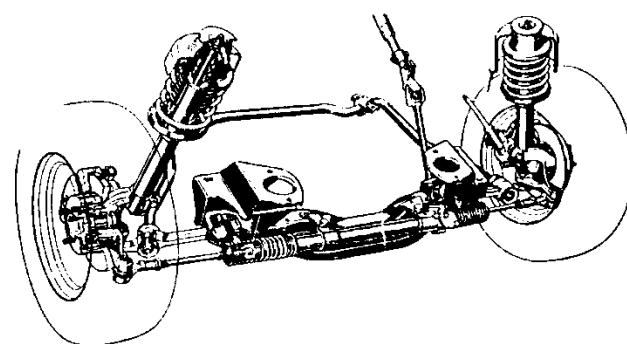
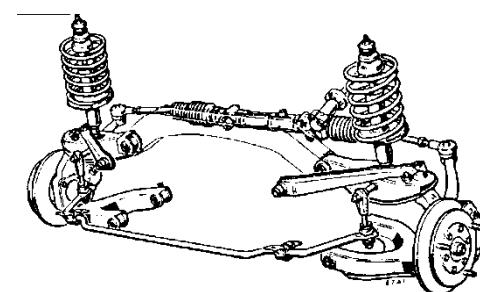
Kendaraan penumpang / sedan

Stabilisator :

Stabilisator berfungsi untuk mengurangi efek rolling bodi kendaraan dan memperbaiki sifat jalan belok kendaraan

Gambar 5.44. Stabilisator

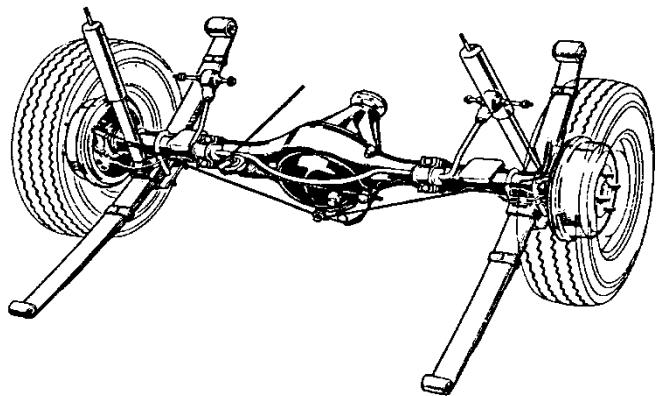
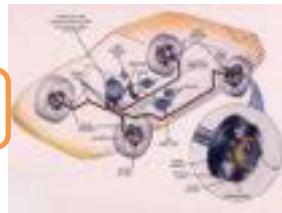
Cara kerja :

Pada saat salah satu roda terpegas (misal : pada saat kendaraan belok), maka bagian melintang stabilisator menerima beban puntir karena gaya pada kedua sisi memanjang berlawanan arah.

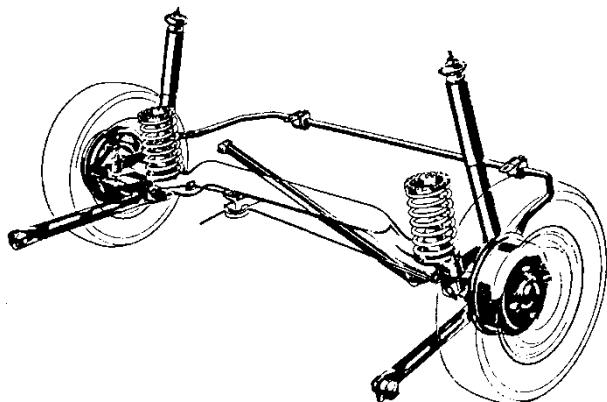
Karena salah satu sisi stabilisator berhubungan langsung dengan bodi, maka gaya Fa menarik bodi ke bawah gaya Fb mengangkat bodi ke atas, sehingga kecenderungan “ Rolling “ berkurang.

Konstruksi pemasangan stabilisator

Pemasangan pada aksel depan :

Gambar 5.45. Contoh pemasangan stabilisator (1)

Gambar 5.46. Contoh pemasangan stabilisator (2)

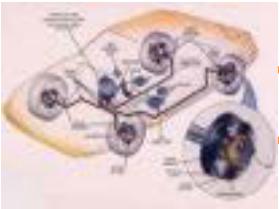
Lengan melintang diikat pada body dan kedua ujung lengan memanjang diikat pada aksel

Pemasangan : pada aksel belakang

Gambar 5.47. Contoh pemasangan stabilisator (3)

Lengan melintang diikat pada aksel

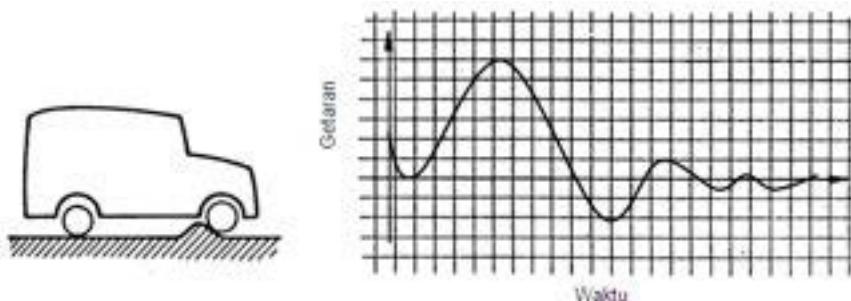
Kedua ujung lengan memanjang diikat pada body

Gambar 5.48. Contoh pemasangan stabilisator (4)

Lengan melintang diikat pada body

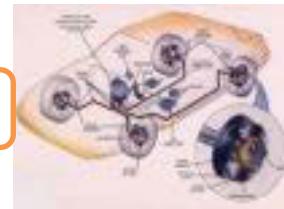
Kedua ujung lengan memanjang diikat pada aksel

Peredam Getaran (Shoc Absorber)

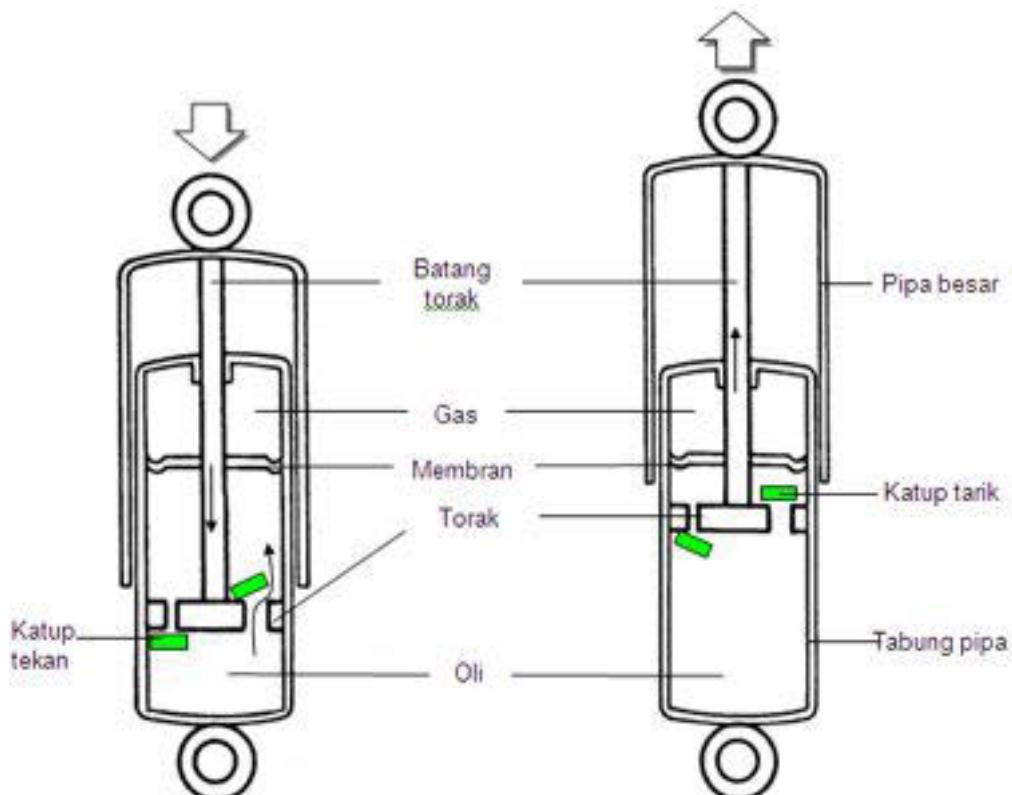
Goncangaan Tanpa Peredam Getaran

Gambar 5.49. Concangan tanpa peredam getaran

Goncangan Dengan Peredam Getaran

Gambar 5.50. Goncangan dengan peredam getaran

1. **Fungsi Peredam Getaran :**

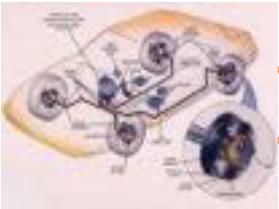
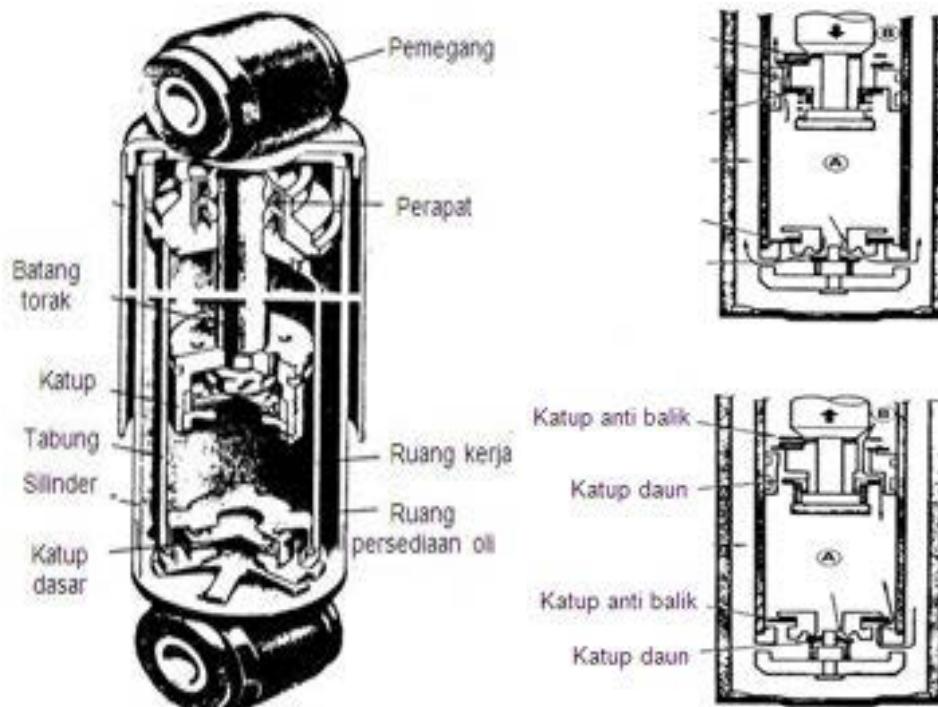
   Adalah untuk meredam getaran karoseri dan aksel, sehingga jalannya kendaraan dapat memberikan kenyamanan pada penumpang. Energi gerak dari bagian yang bergetar dirubah melalui gerakan menjadi panas

Prinsip Kerja Peredam Getaran

Pada saat terjadi pemegasan, peredam getaran menerima beban tekan dan tarik

Gambar 5.51. Prinsip kerja peredam getaran

Langkah tekan :	**Langkah tarik :**
Oli berpindah melalui lubang besar tahanan oli yang berpindah kecil	Oli berpindah melalui lubang kecil tahanan oli yang berpindah besar

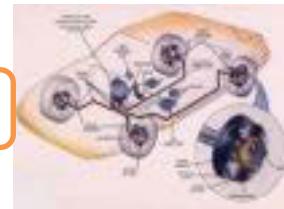
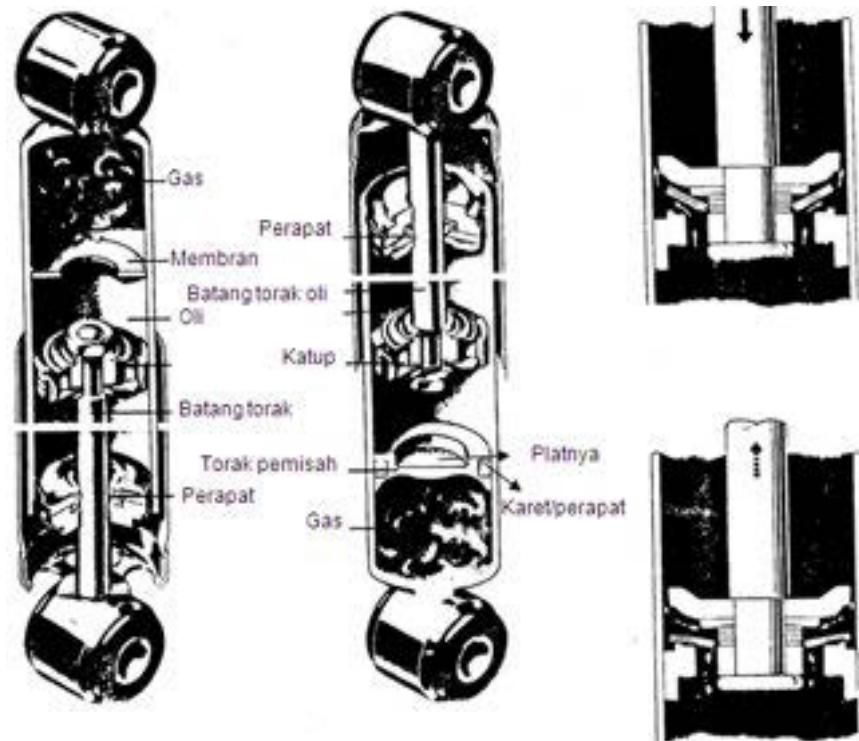
Kesimpulan :

Peredam getaran pada langkah tarik lebih kuat daripada langkah tekan

Peredam Getaran Jenis Dua Pipa (Twin – Tube Type Shock Absorber)

Sifat – Sifat :

- ✓ Pemindahan panas kurang baik
- ✓ Dapat timbul gelombang udara (kavirasi)
- ✓ Murah

Penggunaan :

Pada kebanyakan mobil sedan dan truk

Peredam Getaran Jenis Satu Pipa / Tekanan Gas (Mono Tube Type Shock Absorber)

Gambar 5.52. Peredam getaran satu pipa

Sifat – sifat :

- ✓ Pemindahan panas baik
- ✓ Tidak timbul kavitasi (gelembung udara)
- ✓ Volume oli besar pada ruang kerja
- ✓ Tekanan gas merapat = 120 bar

Penggunaan :

Mobil – mobil penumpang (taxi)

5.3.3. Rangkuman :

1) Pegas berfungsi untuk menghilangkan getaran karoseri yang ditimbulkan oleh pukulan jalan pada roda, Selain itu juga menjamin roda tetap menapak pada jalan.

2) Macam-macam pegas :
   - ✓ Pegas Daun
   - ✓ Pegas Koil
   - ✓ Pegas Batang Torsi (Puntir)
   - ✓ Pegas Hidropneumatis
3) Stabilisator berfungsi untuk mengurangi efek rolling bodi kendaraan dan memperbaiki sifat jalan belok kendaraan
4) Cara kerja Stabilisator :

   Pada saat salah satu roda terpegas (misal : pada saat kendaraan belok), maka bagian melintang stabilisator menerima beban puntir karena gaya pada kedua sisi memanjang berlawanan arah.

   Karena salah satu sisi stabilisator berhubungan langsung dengan bodi, maka gaya Fa menarik bodi ke bawah gaya Fb mengangkat bodi ke atas, sehingga kecenderungan " Rolling " berkurang.
5) Fungsi Peredam Getaran :

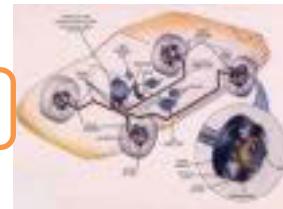
   Adalah untuk meredam getaran karoseri dan aksel, sehingga jalannya kendaraan dapat memberikan kenyamanan pada penumpang. Energi gerak dari bagian yang bergetar dirubah melalui gerakan menjadi panas.
6) Prinsip Kerja Peredam Getaran

   Pada saat terjadi pemegasan, peredam getaran menerima beban tekan dan tarik.

5.3.4. Tugas :

Lakukan identifikasi jenis-jenis pegas disertai dengan gambar/foto pada kendaraan disekitar anda !

5.3.5. Tes Formatif :

1) Jelaskan fungsi pegas !
2) Sebutkan macam-macam pegas !
3) Jelaskan fungsi stabilisator !
4) Jelaskan prinsip kerja stabilisator !
5) Jelaskan fungsi kerja peredam getaran !

5.3.6. Lembar Jawaban Tes Formatif :

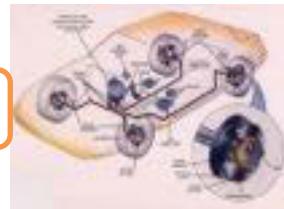
1) Pegas berfungsi untuk menghilangkan getaran karoseri yang ditimbulkan oleh pukulan jalan pada roda, Selain itu juga menjamin roda tetap menapak pada jalan.
2) Macam-macam pegas :
   - ✓ Pegas Daun
   - ✓ Pegas Koil
   - ✓ Pegas Batang Torsi (Puntir)
   - ✓ Pegas Hidropneumatis
3) Stabilisator berfungsi untuk mengurangi efek rolling bodi kendaraan dan memperbaiki sifat jalan belok kendaraan
4) Cara kerja Stabilisator :

   Pada saat salah satu roda terpegas (misal : pada saat kendaraan belok), maka bagian melintang stabilisator menerima beban puntir karena gaya pada kedua sisi memanjang berlawanan arah.

   Karena salah satu sisi stabilisator berhubungan langsung dengan bodi, maka gaya Fa menarik bodi ke bawah gaya Fb mengangkat bodi ke atas, sehingga kecenderungan “ Rolling “ berkurang.
5) Fungsi Peredam Getaran :

   Adalah untuk meredam getaran karoseri dan aksel, sehingga jalannya kendaraan dapat memberikan kenyamanan pada penumpang. Energi gerak dari bagian yang bergetar dirubah melalui gerakan menjadi panas.

5.3.7. Lembar Kerja Siswa :

Jenis Kendaraan	Jenis pegas yang digunakan	Gambar/foto

BAB 6
GEOMETRI RODA

6.1. KegiatanPembelajaran :PendahuluanGeometriRoda

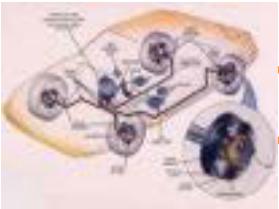
DenganmengamatiGambardiatasdiskusikanjawabandaripertanyaanberikutini :

Unsurgeometrirodaapa yang pengendaranyamandalammengendalikankendaraandi perjalanan yang banyakterdapatbelokan ?

____

____

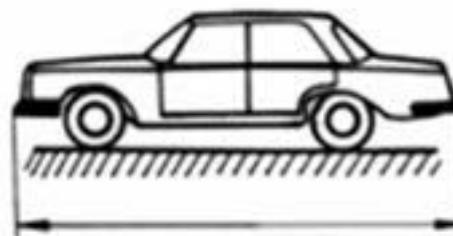
____

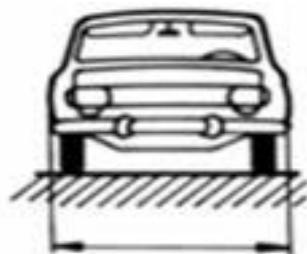
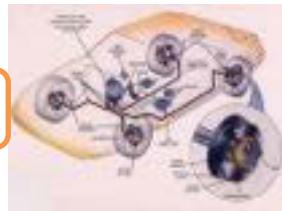
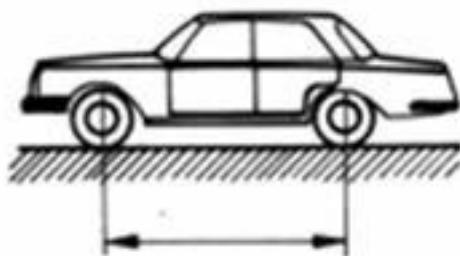
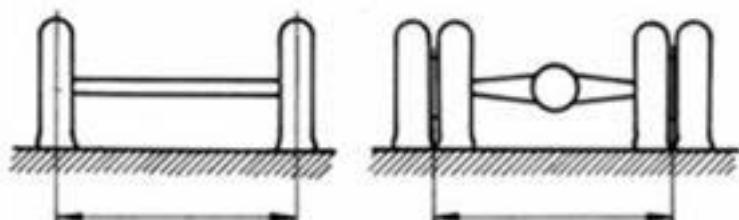
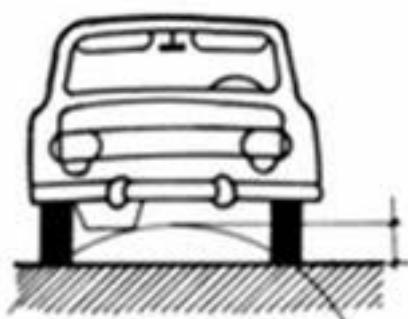
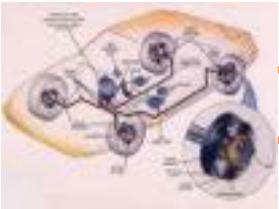
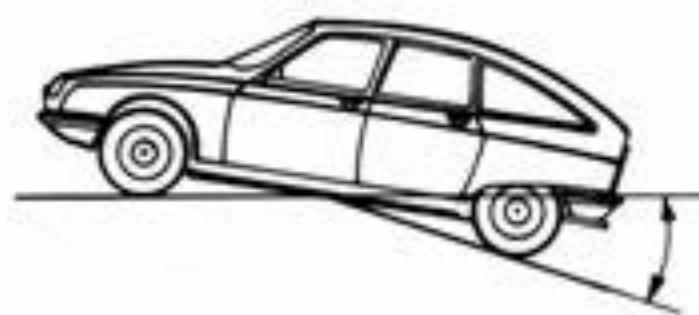
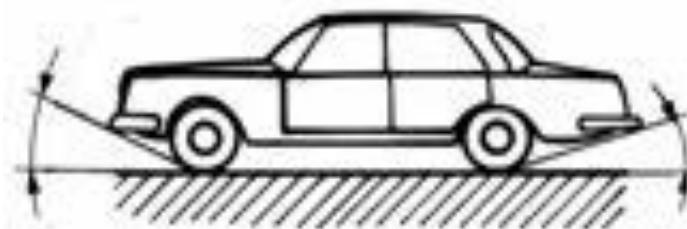
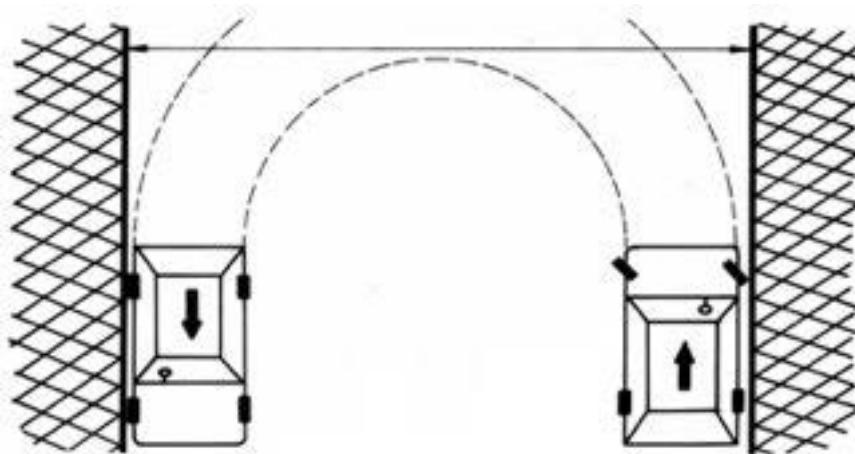
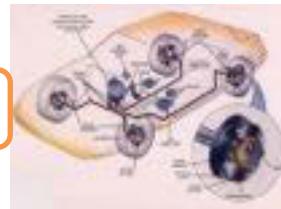
____

6.1.1. TujuanPembelajaran :

Setelahselesai proses pembelajaransiswadapat :

- ✓ Menerangkantujuandanfungsigeometrirodakendaraan
- ✓ Menjelaskanmacam-macamsikapgeometrirodakendaraan

6.1.2. UraianMateri :

Ukuranluarkendaraansangatpentingsebagaidasarbesarangeometrirodakendaraa nuntuktujuankenyamanan, keamananpengendaliankendaraan.

Gambar 6.1. Panjangkendaraan

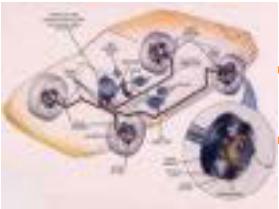
Gambar 6.2. Tinggikendaraan

Gambar 6.3.Lebarkendaraan

Gambar 6.4. Jaraksumburoda (rodadepandenganrodabelakang)

Gambar 6.5. Jarak roda (rodakanandengankiri)

Gambar 6.6.
Jarakbebaskendaraanantarabagiankendaraanterendahdenganpermukaanjalan.

Gambar 6.7. Sudutbebaskendaraan

Gambar 6.8. Sudutbebasdepandanbelakangkendaraan

Gambar 6.9. Sudutputarmaksimumkendaraan

Geometri roda

Gambar 6.10. Sikap geometri roda

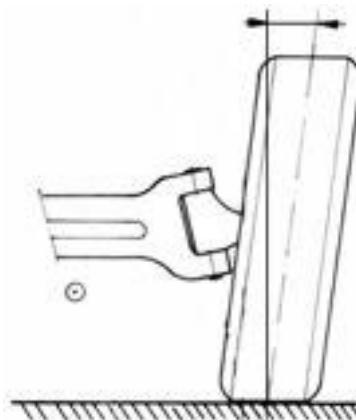
Sudut-sudut roda terhadap aksis horizontal, vertikal, memanjang, melintang, disebut “***Geometriroda***”.

Kedudukan roda pada prinsipnya harus tegaklurus dengan jalan dan lurus dengan arah jalannya kendaraan, haliniuntukmemperolehjalannyakendaraandapatdenganlurus, bermanuverdenganstabil. Sehinggabiasamemenuhiaspekkenyamananmengendalikankendaraan

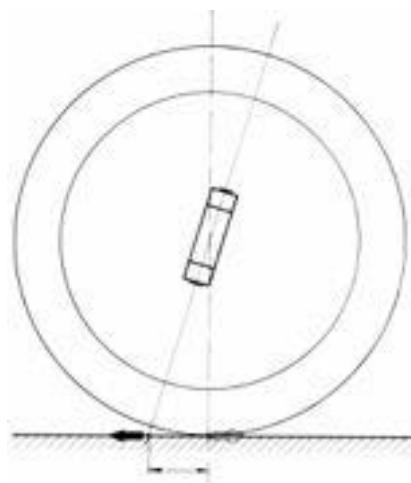
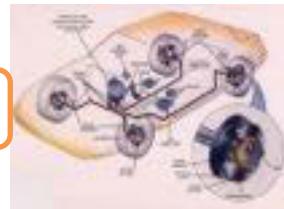
Pada praktek, geometri roda bisa sedikit berbeda dengan prinsip dasar, karena untuk mencapai :

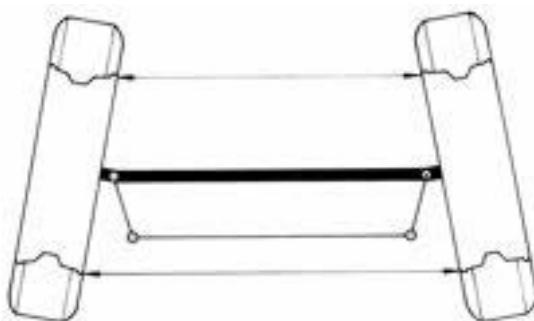
- ✓ Kendaraandapatberjalanlurusdenganstabil
- ✓ Kendaraandapatbermanuferdengannyaman
- ✓ Rodadapatmenggelindingdenganbaiktanpamenimbulkankeausan yang besar

Geometrirodapadakendaraanadalahsikaproda/king-pin terhadapaksis vertical, horizontal memanjangdanmelintang yang terdiridari :

Camber :

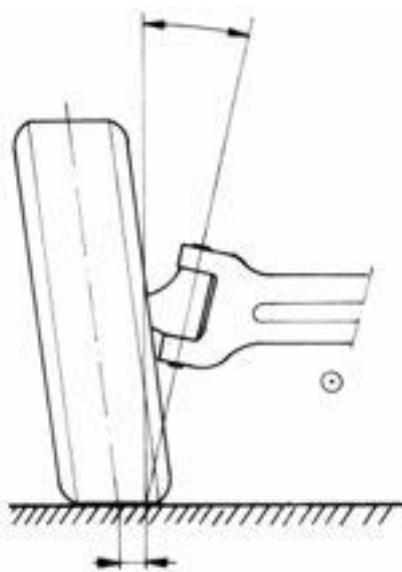
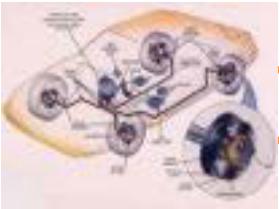
Kemiringanrodaterhadapaksis vertical dilihatdaridepankendaraan,menyebabkan gayapengemudianmenjadiringan.

Gambar 6.11. Camber

Caster :

Kemiringan king-pin terhadapaksis vertical dilihatdarisampingkendaraan menyebabkan rodamenggelindinglurusdenganstabil sehingga kendaraandapatjalanlurusdenganstabilwalaurodakemudidilepas

Gambar 6.12. Caster

Toe-in :

Sikaprodaterhadapaksismemanjangdilihatdariataskendaraan. Berfungsi sebagaikoreksi rolling camber saatjalanlurus sehingga rodadapatmenggelindingdenganbaiktanpatimbul ban menggosokpadapermukaanjalan

Gambar 6.13. Toe

Inclinasi King-pin :

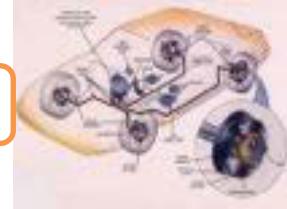
Kemiringansumbu king-pin terhadapaksis vertical dilihatdaridepankendaraan sehingga rodakembalikesikaplurussetelahdibelokkan

Gambar 6.14. Inklinasi king-pin

6.1.3. Rangkuman :

1) Tujuan dan fungsi geometri roda adalah :
   - ✓ Kendaraandapatberjalanlurusdenganstabil
   - ✓ Kendaraandapatbermanuferdengannyaman
   - ✓ Rodadapatmenggelindingdenganbaiktanpamenimbulkankeausan yang besar
2) Macam-macamsikapgeometrirodakendaraan :
   1) Camber :
      Kemiringanrodaterhadapaksis vertical dilihatdaridepankendaraan menyebabkan gayapengemudianmenjadiringan.
   2) Caster :
      Kemiringan king-pin terhadapaksis vertical dilihatdarisampingkendaraan menyebabkan rodamenggelindinglurusdenganstabil sehingga kendaraandapatjalanlurusdenganstabilwalaurodakemudidilepas
   3) Toe-in :
      Sikaprodaterhadapaksismemanjangdilihatdariataskendaraan.
      Berfungasi sebagaikoreksi rolling camber saatjalanlurus sehingga rodadapatmenggelindingdenganbaiktanpatimbul ban menggosokpadapermukaanjalan
   4) Inclinasi King-pin :
      Kemiringansumbu king-pin terhadapaksis vertical dilihatdaridepankendaraan menyebabkan rodakembalikesikaplurussetelahdibelokkan

6.1.4. Tugas :

Lakukan pengukuran dan penyetelan geometri roda pada kendaraan yang disediakan !

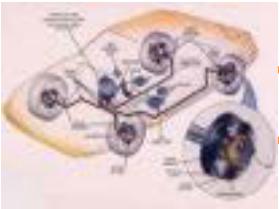
6.1.5. TesFormatif :

1) Jelaskan tujuan dan fungsi geometri roda !
2) Jelaskan pengertian camber !

3) Jelaskan pengertian caster !
4) Jelaskan pengertian Toe-in !
5) Jelaskan pengertian Inklinasi King-pin !

6.1.6. LembarJawabanTesFormatif :

1) Tujuan dan fungsi geometri roda adalah supaya :
   - ✓ Kendaraandapatberjalanlurusdenganstabil
   - ✓ Kendaraandapatbermanuferdengannyaman
   - ✓ Rodadapatmenggelindingdenganbaiktanpamenimbulkankeausan yang besar
2) Camber :
   Kemiringanrodaterhadapaksis vertical dilihatdaridepankendaraan.
3) Caster :
   Kemiringan king-pin terhadapaksis vertical dilihatdarisampingkendaraan.
4) Toe-in :
   Sikaprodaterhadapaksismemanjangdilihatdariataskendaraan.
5) Inclinasi King-pin :
   Kemiringansumbu king-pin terhadapaksis vertical dilihatdaridepankendaraan.

6.1.7. LembarKerjaSiswa :

Geometri roda	Data Pengukuran	Standar	Data Penyetelan
Camber			
Caster			
Toe-in			
Inklinasi King-pin			

6.2. KegiatanPembelajaran :PengertiandanFungsiGeometriRoda

DenganmengamatiGambardiatasdiskusikanjawabandaripertanyaanberikutini :

Padarodakirisikapgeometrirodaapadanberipenjelasanfungsinya ?

____

____

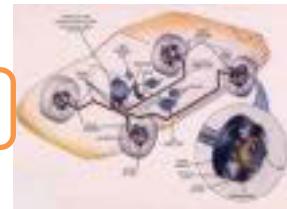
____

____

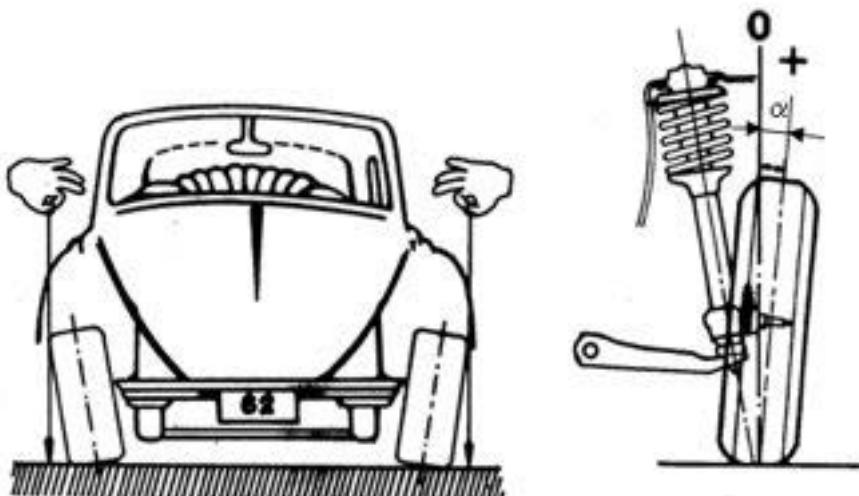
6.2.1. TujuanPembelajaran :

Setelahselesai proses pembelajaransiswa dapat :

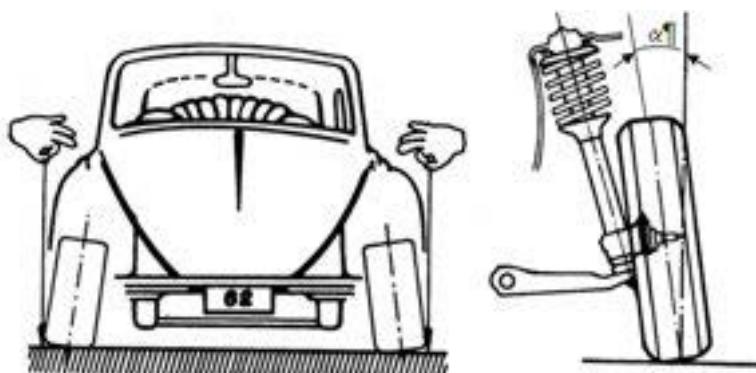
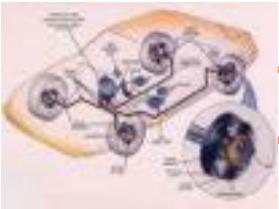
- ✓ Menerangkanpengertiandanfungsimacam-macamsikapgeometrirodakendaraan
- ✓ Menjelaskanbesaranpenyetelanmacam-macamsikapgeometrirodakendaraan

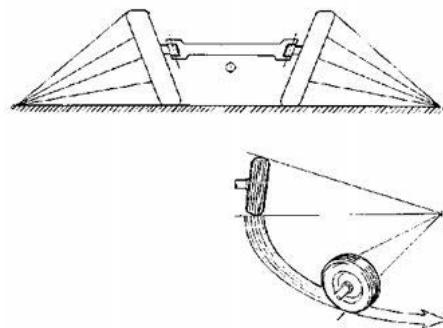
6.2.2. UraianMateri :

Camber

Kemiringan roda bagian atas ke dalam atau keluar terhadap garis vertikal jika dilihat dari depan kendaraan

Camber Positif (+)

Gambar 6.15. Camber positif

Bagian atas miring keluar jika dilihat dari depan kendaraan, sehingga garis vertikal dengan garis tengah roda membentuk sudut α (sudut camber " + ")

Camber negatif (-)

Gambar 6.16. Camber negatif

Bagian roda miring ke dalam jika dilihat dari depan kendaraan , sehingga garis vertikal dengan garis tengah roda membentuk sudut α (sudut " - ")

Fungsi Camber

Gambar 6.17. Fungsi camber

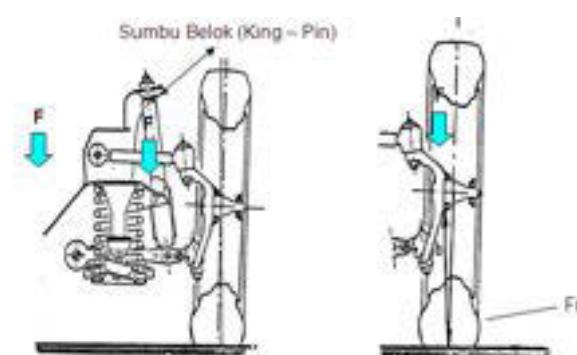
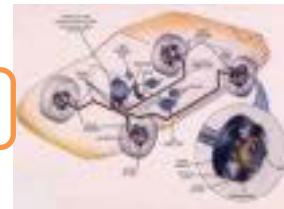
Perpanjangan garis tengah roda akan bertemu pada permukaan jalan "0" sehingga roda akan cenderung menggelinding mengelilingi titik "0" (rolling camber)

Denganadanya rolling camber, gayauntukmemutarkemudimenjadilebihringan. *Camber positifmenyebabkanpengemudianmenjadiringan*

Penggunaan :

Hampir semua jenis kendaraan

Letak Beban Pada Spindel

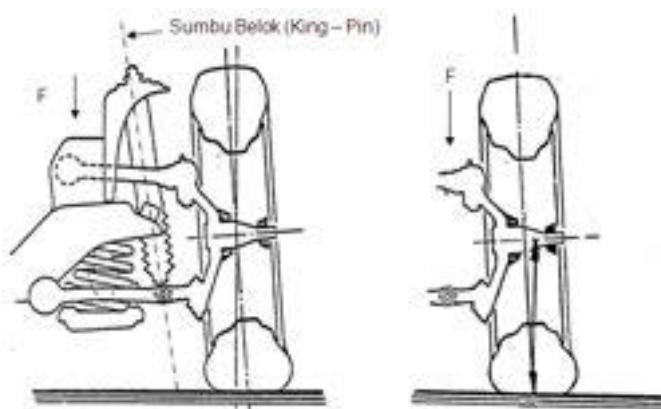
Camber positif

Gambar 6.18. Letak beban spindel camber positif

Keterangan :

F = Gaya berat kendaraan

Fr = Gaya reaksi (gaya tegak lurus)

Pada camber positif gaya reaksi (gaya tegak lurus) pada poros roda (spindel) mendekati sumbu belok kendaraan (king - pin)

Camber positif dapat memperkecil momen bengkok spindel

Camber Negatif

Gambar 6.19. Letak beban spindel camber negatif

Keterangan :

F = Gaya berat kendaraan

Fr = Gaya reaksi (gaya tegak lurus)

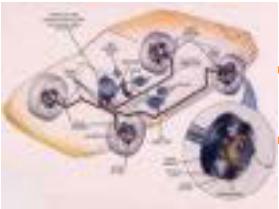
Pada camber negatif gaya reaksi (gaya tegak lurus) pada poros roda (spindel) menjauhi sumbu belok roda (king – pin)

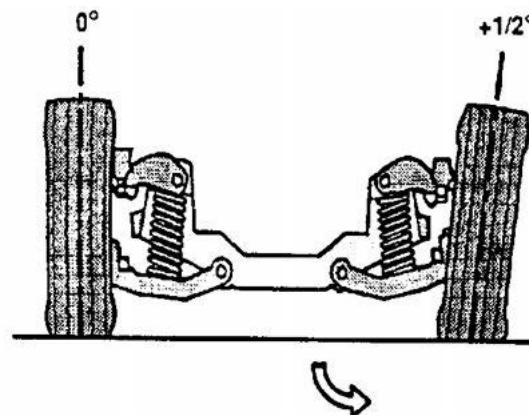
Camber negatif dapat memperbesar momen bengkok spindel

Besar Sudut dan Perbedaan Sudut Camber

BesarSudutCamber :

Besar sudut camber umumnya : $-1^0 \div 3^0$

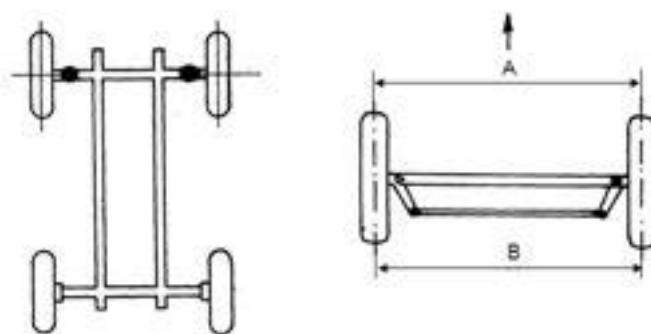
Besar sudut camber yang sering dipakai : $0^0 \div 1^0$

Perbedaan Sudut Camber :

Yang dimaksud perbedaan sudut camber adalah perbedaan sudut camber kiri dan kanan. Perbedaan sudut camber yang diijinkan biasanya ± ½ ^{0} (30 menit).

Gambar 6.20. Perbedaan camber kanan dan kiri

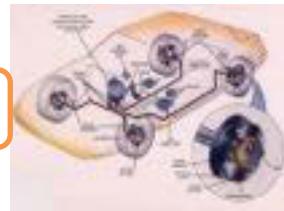
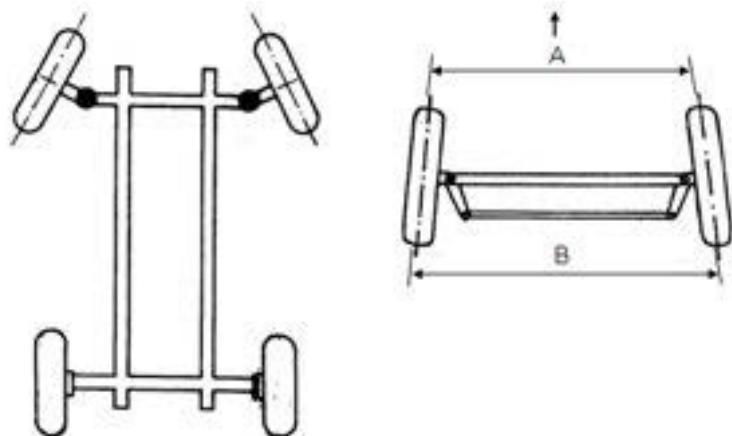
Rolling camber roda kiri menarik lebih kuat sehingga kendaraan berjalan cenderung ke arah kiri

Toe Dan Sudut Belok

Selisih jarak antara roda bagian depan dengan roda bagian belakang jika dilihat dari atas kendaraan

Toe – Nol (0)

Gambar 6.21. Toe nol

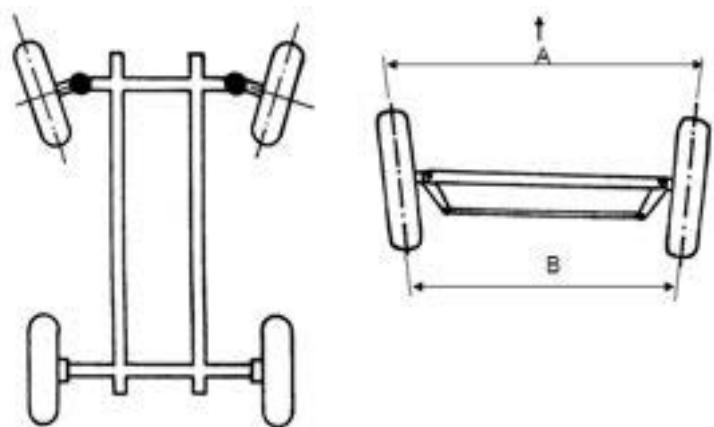
Toe nol, roda kiri dan kanan pada posisi pararel

Jarak A = B

Toe – In (ToePositif)

Gambar 6.22. Toe in (positif)

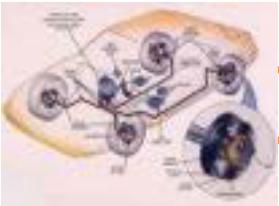
Roda bagian depan berada pada posisi saling mendekat

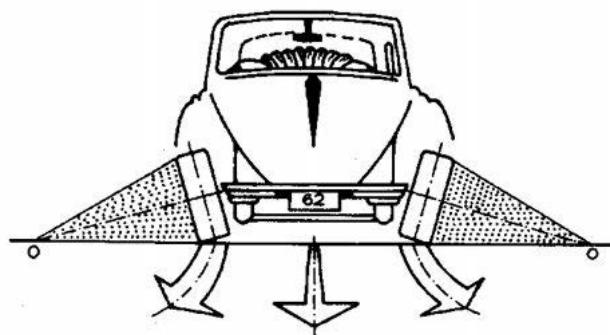
Toe-in : A < B

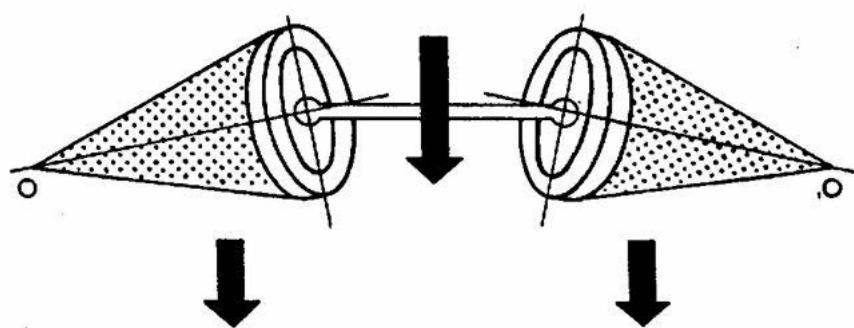
Disebut juga toe positif

Toe-Out (Toe-Negatif)

Gambar 6.23. Toe out (negatif)

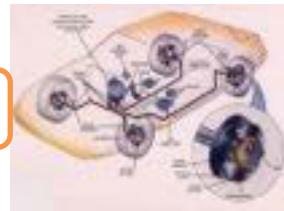
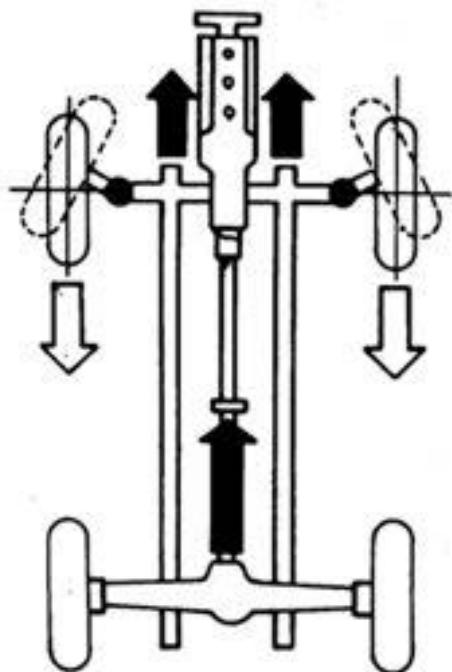
Roda bagian depan berada pada posaisi saling menjauh

Toe-out : A > B

Fungsi Toe

Sebagai Koreksi Camber (Saat Jalan Lurus)

Gambar 6.24. Koreksi camber saat lurus

Reaksi rolling camber menyebabkan roda menggelinding ke arah luar oleh sambungan kemudi roda dipaksa bergerak lurus ke arah jalannya kendaraan. Akibatnya roda menggelinding dengan ban menggosok pada permukaan jalan

Gambar 6.25. Efek rolling camber

Reaksi toe-in mengakibatkan roda menggelinding ke arah dalam, sehingga efek rolling camber ke arah luar dapat diatasi sehingga roda dapat menggelinding lurus tanpa terjadi ban menggosok pada permukaan jalan, sehingga dapat :

- Menghemat ban / keausan ban merata
- Pengemudian stabil / tidak timbul getaran

Sebagai Koreksi Gaya Penggerak

⇒ **Mobil dengan penggerak roda belakang**

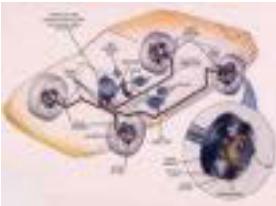
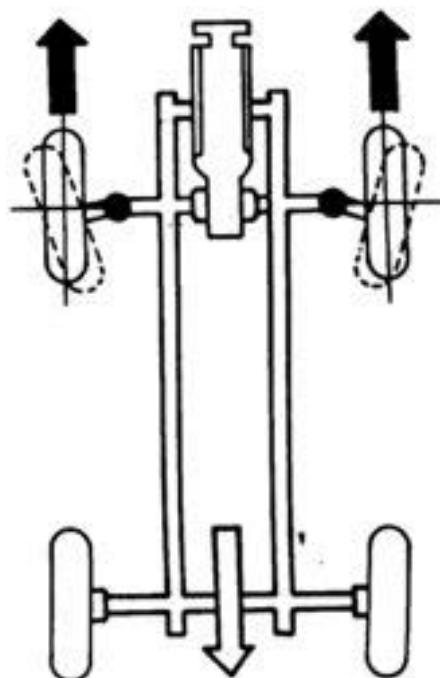
Gaya penggerak dari aksel belakang diteruskan ke aksel depan melalui rangka

Reaksi tahanan gelinding ban roda depan yang mengarah ke belakang menyebabkan roda bagian depan cenderung bergerak ke arah luar

Untuk mengatasi reaksi roda bagian depan cenderung bergerak ke arah luar perlu penyetelan

Toe in (Toe positif)

Penyetelan toe-in umumnyam :

0 + 5 mm

⇒ **Mobil dengan penggerak roda depan**

Gaya penggerak diteruskan ke aksel belakang melalui rangka

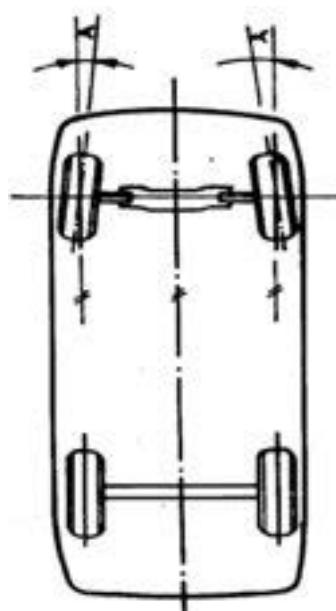
Reaksi tahanan gelinding roda belakang yang mengarah ke belakang menyebabkan roda depan bagian depan cenderung bergerak ke arah dalam

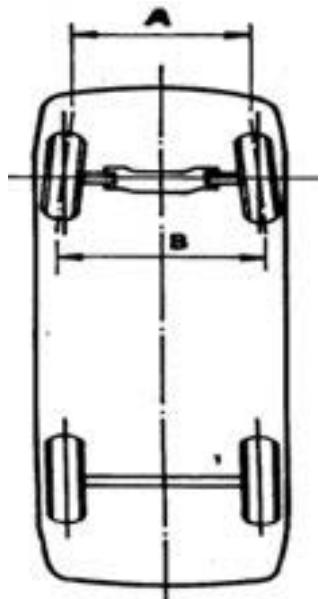
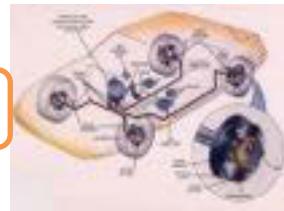
Untuk mengatasi reaksi roda depan bagian depan cenderung bergerak ke arah dalam perlu penyetelan :

Penyetelan toe – out umumnya :

0 ÷ 2 mm

Gambar 6.26. Penggerak roda belakang dan depan

Ukuran Toe

Ukuran Toe Dalam Derajat

Toe diukur dari sudut roda terhadap aksis memanjang kendaraan (α)

Ukuran Toe Dalam mm Dan Inchi

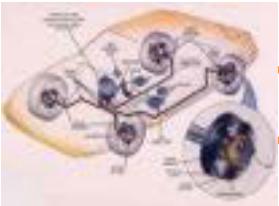
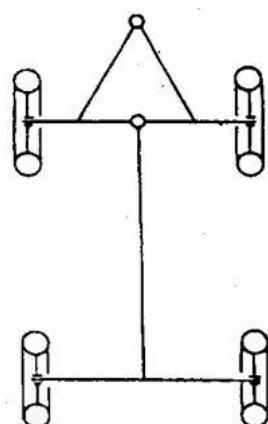
Toe diukur / diperhitungkan dalam satuan jarak

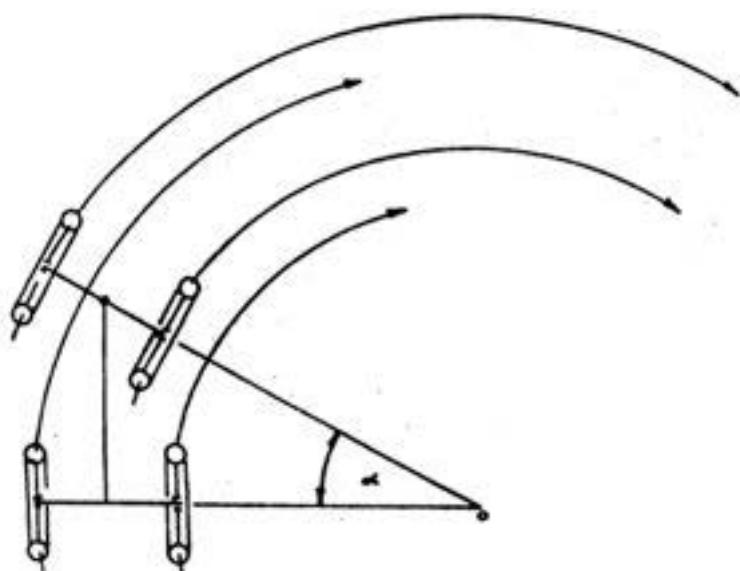
Yaitu selisih jarak roda bagian depan dengan jarak roda bagian belakang (A < B)

Gambar 6.26. Ukuran toe dalam derajar dan milimeter

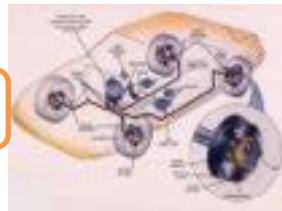
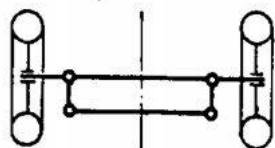
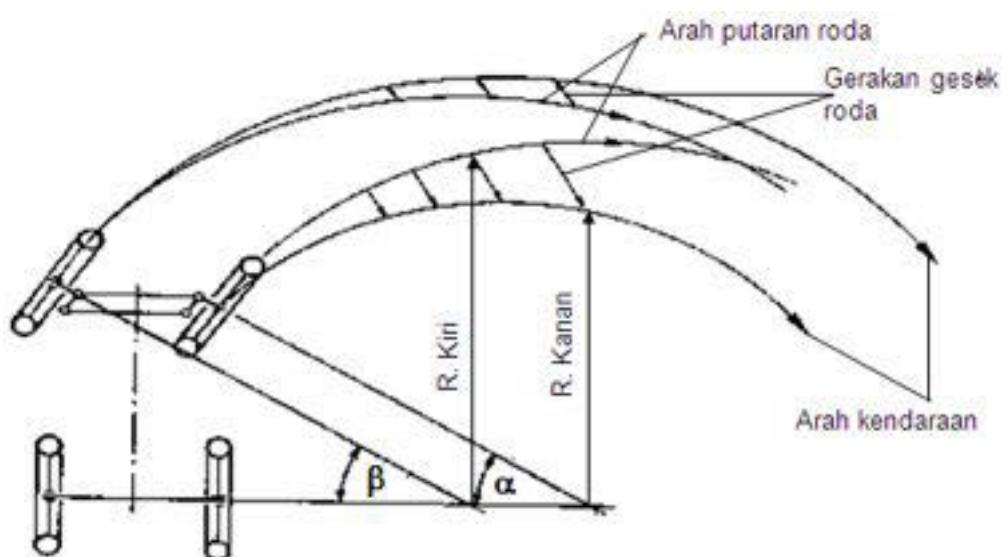
Ukuran Toe tiap – tiap kendaraan berbeda (lihat buku manual)

Sudut Belok

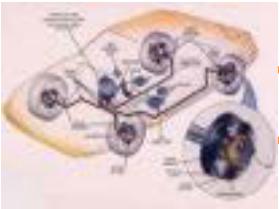
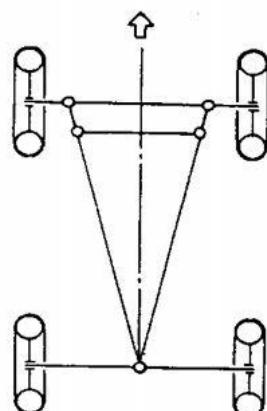
Sudut belok adalah sudut roda untuk membelokkan kendaraan, dalam hal ini dilayani oleh sistem sambungan kemudi

Ada berapa permasalahan pada konstruksi sistem sambungan kemudi :

Kemudi kIng-pin

Lengan kemudi menggerakkan aksel berputar pada titik pusatnya

Gambar 6.27. Kemudi King-pin

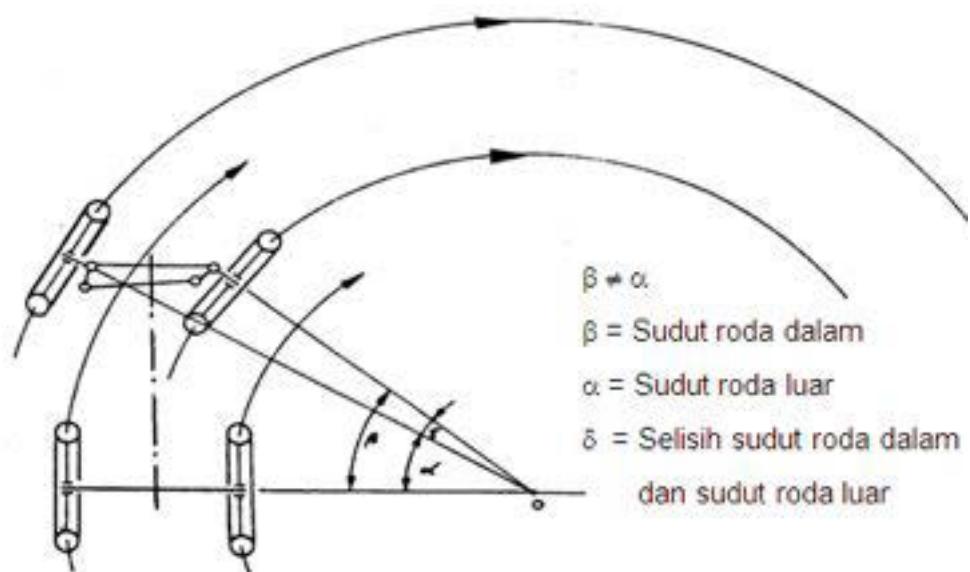
Sudut belok roda kiri sama dengan sudut belok roda kanan

- Tidak digunakan pada mobil penumpang karena konstruksi, kendaraan menjadi tinggi
- Biasa digunakan pada kereta gandeng (truk gandeng)

Kemudi Lengan Paralel

Lengan kemudi pararel :

Gambar 6.28. Sambungan kemudi lengan pararel

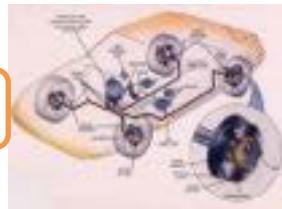
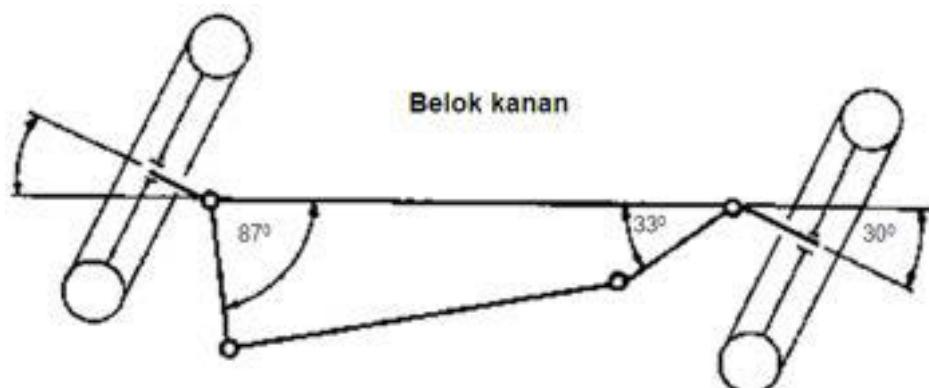
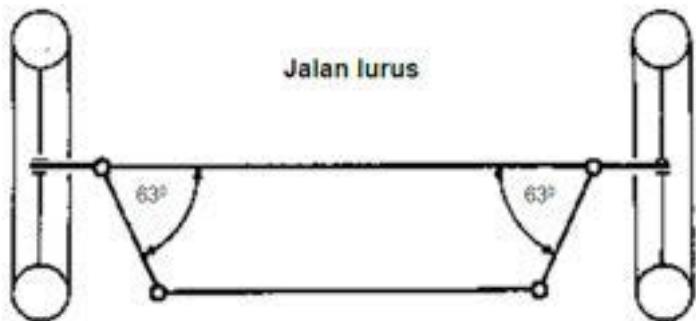
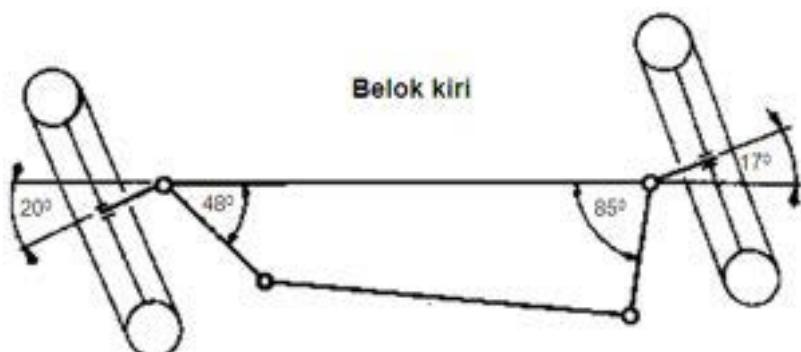
Sudutbelokrodakiri (β) samadengansudutbelokrodakanan (α)

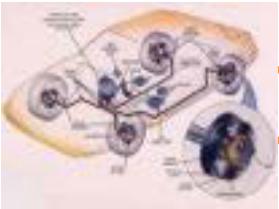
Dengan sudut belok yang sama tidak didapatkan titik pusat lingkaran belok yang terpusat akibatnya terjadi gesekan antara ban dengan permukaan jalan

Kemudi Lengan Trapesium

Lengan kemudi Trapesium (prinsip Acherman Janteau)

Saat belok :

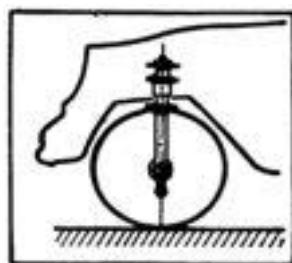
Sudut belok roda kiri ƒ sudut belok roda kanan

Gambar 6.29. sambungan kemudi lengan trapesium

Dengan prinsip Acherman Janteau didapatkan titik pusat lingkaran belok semua roda yang terpusat sehingga kendaraan dapat membelok dengan baik tanpa menimbulkan gesekan antara ban dengan permukaan jalan.

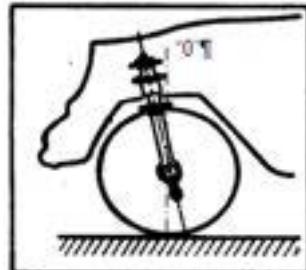
Konstruksi ini digunakan pada setiap kendaraan

Contoh Perbedaan Sudut Belok (Lengan Trapesium)

Sudut belok kanan > sudut belok kiri

Sudut belok kiri > sudut belok kanan

Gambar 6.30. Perbedaan belok kemudi lengan trapesium

Caster

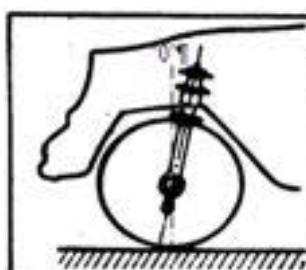
Kemiringan sumbu putar kemudi (king pin) terhadap garis tengah roda vertikal jika dilihat dari samping kendaraan

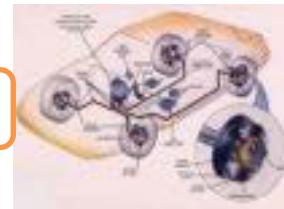
Gambar 6.31. Caster nol

Caster Nol

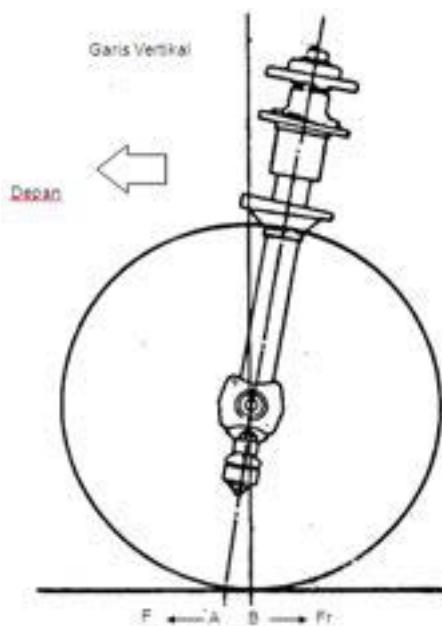
Tidak ada kemiringan pada sumbu king-pin terhadap garis tengah roda vertikal “0“

Gambar 6.32 Caster negatif

Caster Negatif (-)

Bagian atas sumbu kilng-pin berada di depan garis tengah roda vertikal “ 0 “ dan bagian bawah sumbu king pin berada di belakang

Gambar 6.33. Caster positif

Positif (+)

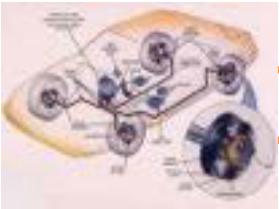
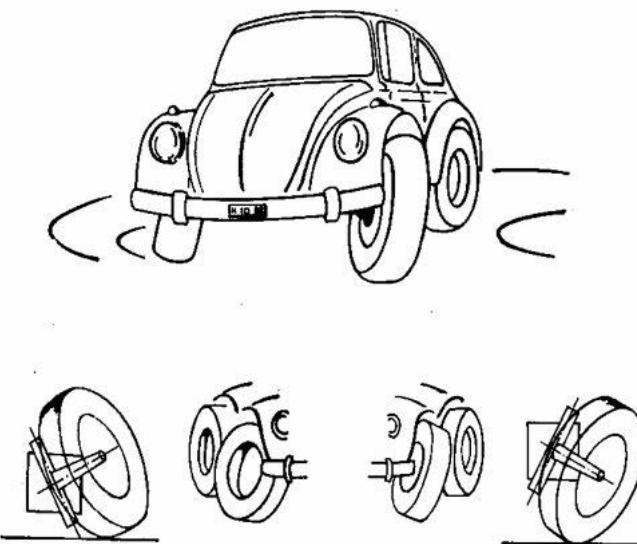
Bagian atas sumbu king-pin berada di belakang garis tengah roda vertikal “ 0 “ dan bagian bawah sumbu king-pin berada di depan

Fungsi Caster

Saat Jalan Lurus

Gambar 6.34. Fungsi caster saat lurus

F = Gaya penggerak

Fr = Gaya reaksi (yang digerakkan)

Gaya penggerak F bekerja pada titik A dan menarik roda (yang digerakkan) di titik B. Tahanan gelinding roda memberikan perlawanan (reaksi) yang arahnya berlawanan (Fr). Dengan demikian reaksi gaya gelinding roda yang ditarik akan selalu segaris dan arahnya berlawanan dengan arah gaya, penggerak.

Saat jalan lurus, caster berfungsi menggerakkan roda tetap stabil dalam posisi lurus walau roda kemudi dilepas

Saat belok

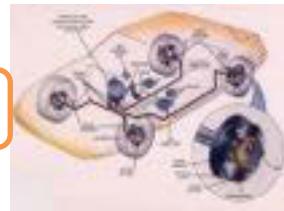
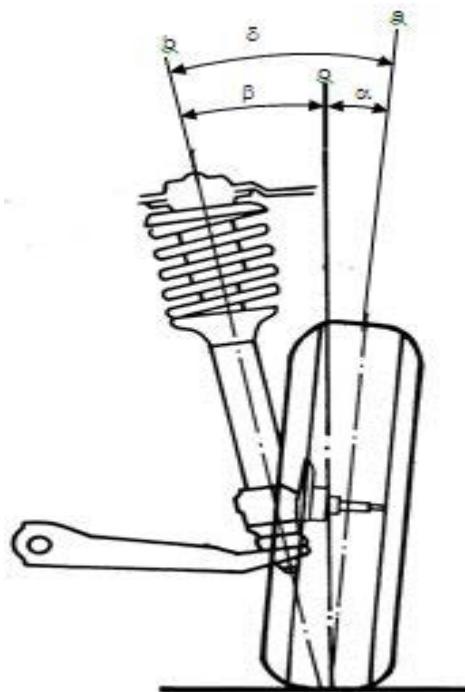
Gambar 6.35. Fungsi caster saat belok

Spindel bergerak naik	**Spindel bergerak turun**
Badan mobil kanan bergerak turun dan camber berubah ke arah negatif	Badan mobil kiri bergkerak naik camber berubah ke arah positif

Dengan berubahnya camber roda luar ke arah negatif → ban menopang pada permukaan jalan dengan baik. (Tidak mudah slip keluar radius jalan).

Besar sudut caster dan perbedaan yang diijinkan

Sudut caster umumnya : $3^0 – 8^0$ (1^0– 10^0)

Perbedaan yang diijinkan antara roda kiri dan kanan : 30’ (30 menit)

Sudut King – Pin Dan Offset

Gambar 6.36. Sudut King-pin dan Offset

Keterangan :

o = Garis vertikal

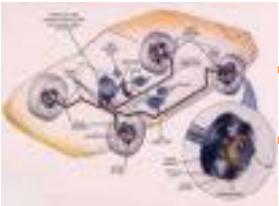
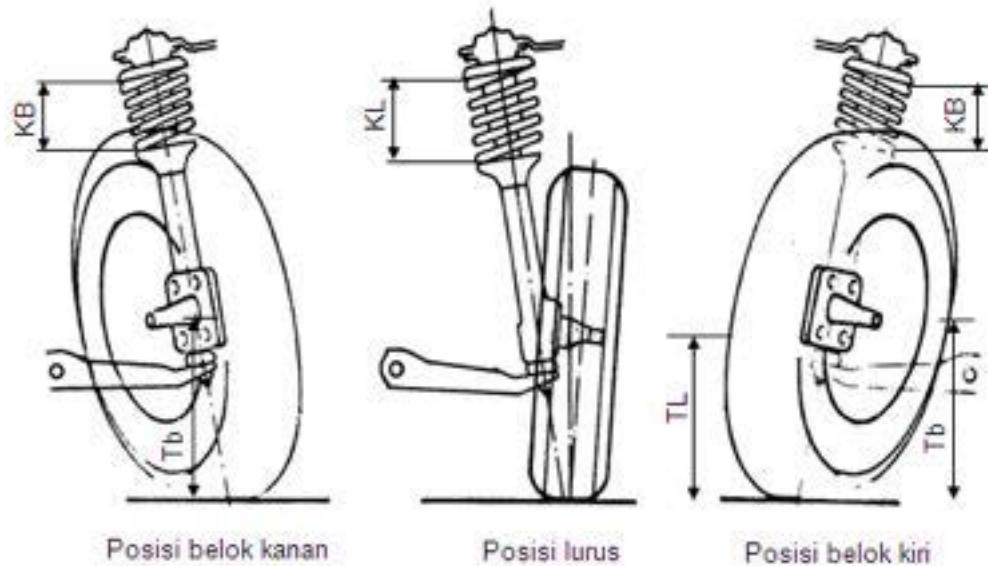
β = Sudut king-pin

α = Sudut camber

b = Sumbu king-pin

a = Sumbu roda

δ =. Sudut camber ditambah
Sudut king-pin
(Included engle)

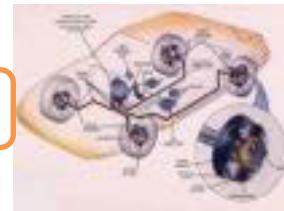
Sudut king-pin adalah : Kemiringan sumbu king – pin terhadap garis vertikal jika dilihat dari depan kendaraan

Fungsi Sudut King – Pin

Gambar 6.37. Fungsi sudut kingpin

TL = Tinggi saat posisi lurus	KL = Panjang pegas saat lurus
Tb = Tinggi saat belok	KB = Panjang pegas saat belok

Perhatikan pada gambar pada saat belok kanan king – pin terangkat ke atas dan saat belok kiri juga naik

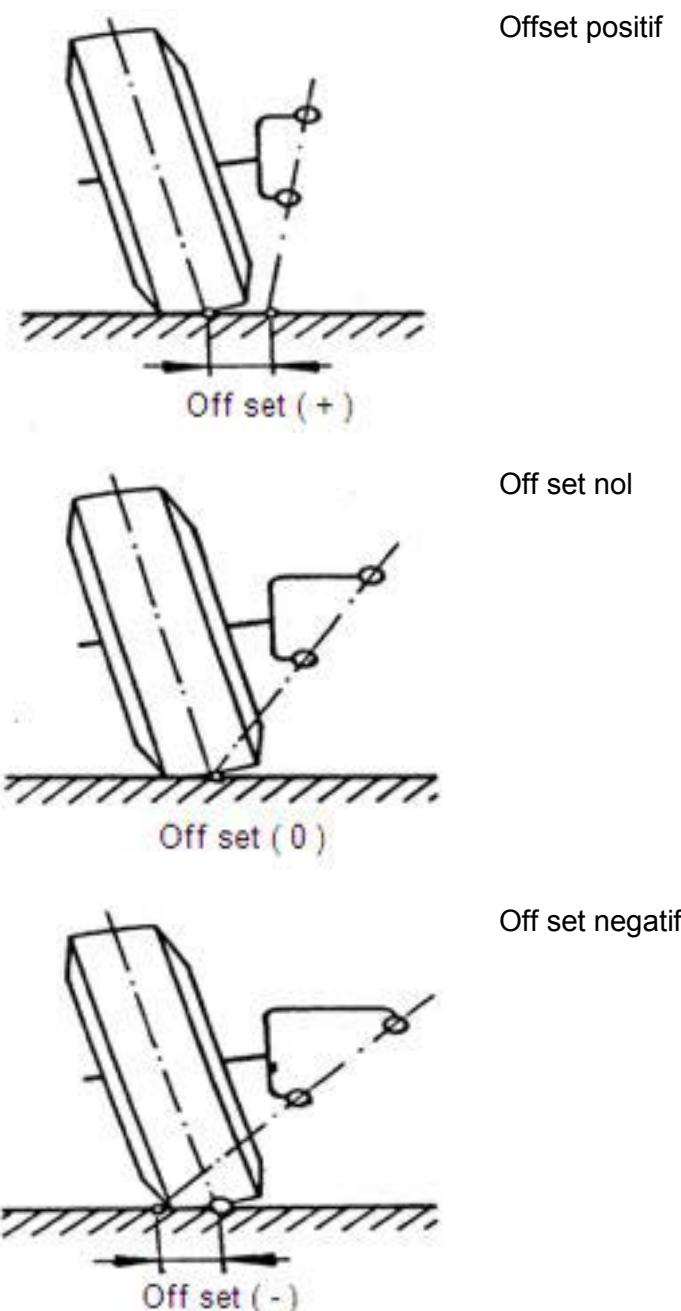
Goresan ke atas king – pin diteruskan ke pegas dan body kendaraan (melepas gaya berat kendaraan FW)

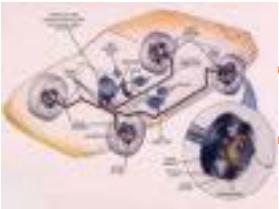
Perubahan tinggi king – pin menyebabkan gaya balik kemudi ke posisi lurus

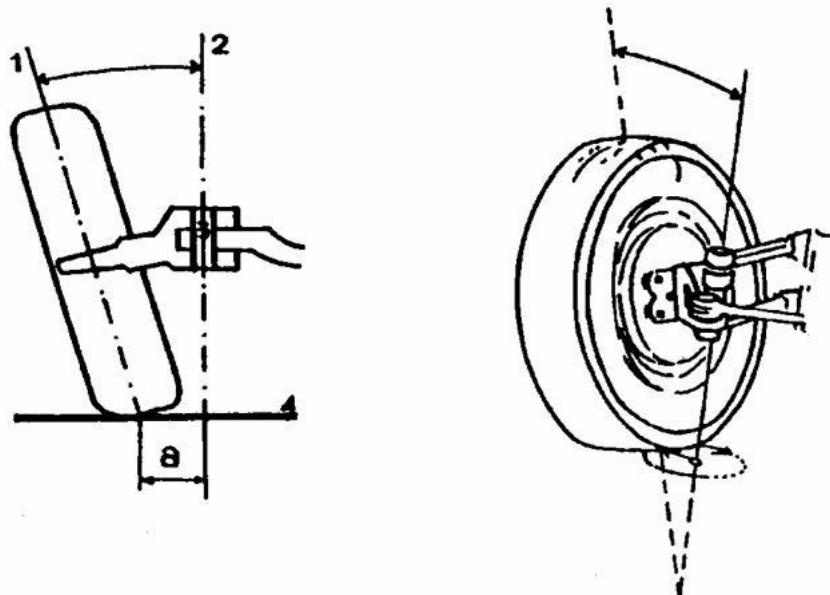
Sudut king – ping berfungsi untuk mengembalikan sikap roda ke posisi lurus setelah membelok

Difinisi Offset :

Jarak antara titik temu, garis tengah roda terhadap permukaan jalan dengan titik temu perpanjangan garis sumbu king – pin terhadap permukaan jalan disebut “ Off Set “

Offset positif

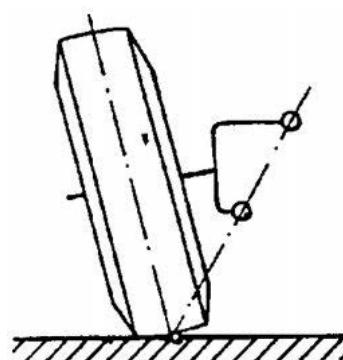
Off set nol

Off set negatif

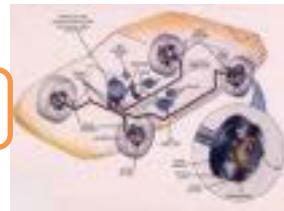
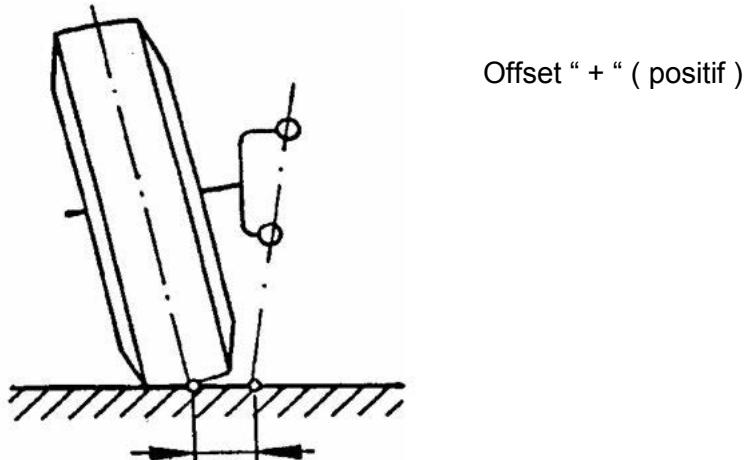
Gambar 6.38. Offset nol, negatif dan positif

Pengaruh jarak offset

Offset positif

Gambar 6.39. Pengaruh jarak offset

Jarak offset diperlukan saat roda dibelokkan tidak terjadi ban menggosok pada permukaan jalan, karena roda akan bergerak mengelilingi sumbu king – pin.

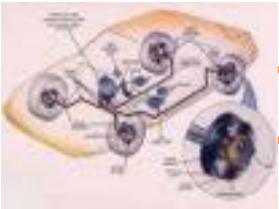
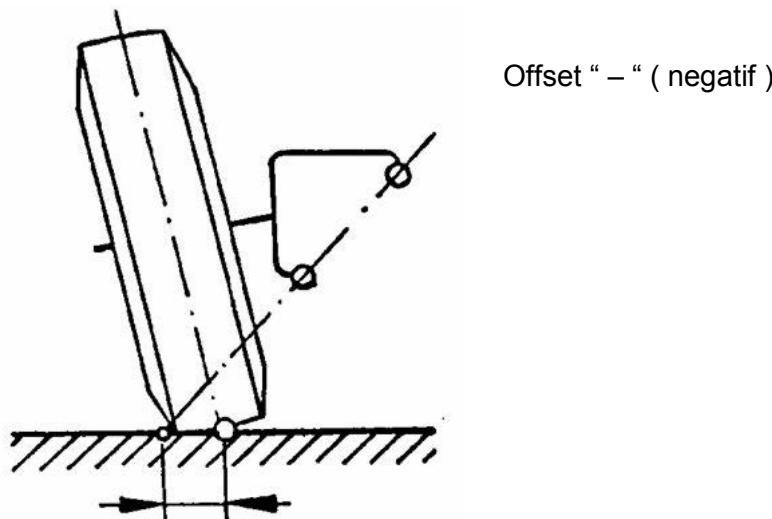
Pada kendaran hanya diperlukan sedikit offset, jika offset besar pengemudian terasa berat dan getaran cukup kuat

Offset nol

Jika offset nol, pada saat roda dibelokkan terjadi ban menggosok pada permukaan jalan, karena sumbu putar kemudi (king – pin) tepat pada garis simetris ban

Gambar 6.40. Offset nol

Offset Positif Saat Di Rem

Offset " + " (positif)

Gambar 6.41. Offset positif

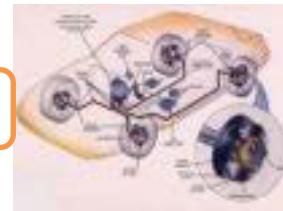
Pada kondisi jalan yang jelek / koefisien gesek roda kiri dan kanan tidak sama, kendaraan akan cenderung membelok saat di rem

	Daya rem Roda depan	Reaksipengereman	Reaksiroda depan	Reaksikendaraan
Jalan Kering	μ Besar			
Offset Positif				
Jalan Basah	μ Kecil			

Offset Negatif Saat Di Rem

Offset " – " (negatif)

Gambar 6.42. Offset negatif

	Daya rem Roda depan	Reaksipengereman	Reaksiroda depan	Reaksikendaraan
Jalan Kering	μ Besar			
Offset Negatif				
Jalan Basah	μ Kecil			

Sifat pengereman dapat dikurangi biasanya bila koefisien gesek tidak sama atau lewat pada jalan yang jelek

Kendaraan tetap berjalan lurus saat di rem

6.2.3. Rangkuman :

- ✓ *Fungsi Camber* adalah menyebabkanpengemudianmenjadiringandan memperkecil momen bengkok spindle.
- ✓ *Besar Sudut Camber :*

  Besar sudut camber umumnya : $-1^0 \div 3^0$

  Besar sudut camber yang sering dipakai : $0^0 \div 1^0$
- ✓ *Fungsi caster* adalah untuk menggerakkan roda tetap stabil dalam posisi lurus walau roda kemudi dilepas dan untuk menjaga ban menopang pada permukaan jalan dengan baik. (Tidak mudah slip keluar radius jalan *).*
- ✓ Besar sudut caster dan perbedaan yang diijinkan :

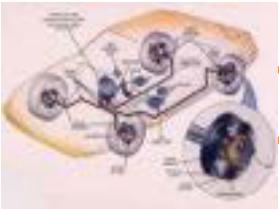
  Sudut caster umumnya : $3^0 – 8^0$ ($1^0 – 10^0$)

  Perbedaan yang diijinkan antara roda kiri dan kanan : 30’ (30 menit)
- ✓ *Fungsi Toe* adalah sebagai koreksi terhadap camber sehingga efek rolling camber ke arah luar dapat diatasi dan roda dapat menggelinding lurus tanpa terjadi ban menggosok pada permukaan jalan serta sebagai koreksi terhadap gaya penggerak.
- ✓ Penyetelan toe-in umumnya : 0 + 5 mm dan penyetelan toe – out umumnya : 0 $\div$ 2 mm
- ✓ *Fungsi Sudut king – ping* untuk mengembalikan sikap roda ke posisi lurus setelah membelok

6.2.4. Tugas :

Amati unjuk kerja dari sikap geometri roda pada kendaraan. Diskusikan pengaruh/fungsi dari sikap geometri roda tersebut !

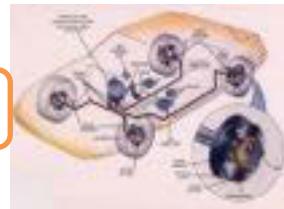
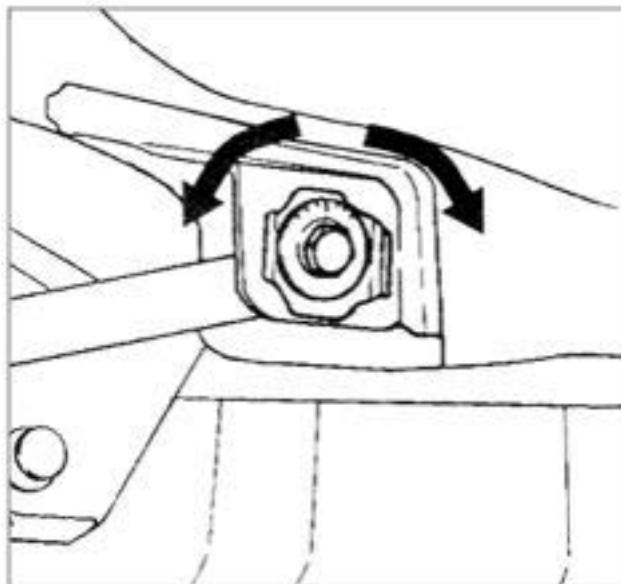
6.2.5. TesFormatif :

1) Jelaskan fungsi camber !
2) Jelaskan fungsi caster !
3) Jelaskan fungsi toe !
4) Jelaskan fungsi Inklinasi King-pin !
5) Berapa besaran secara umum untuk sudut caster dan perbedaan yang diperbolehkan !

6.2.6. LembarJawabanTesFormatif :

1) *Fungsi Camber* adalah menyebabkanpengemudianmenjadiringandan memperkecil momen bengkok spindle.
2) *Fungsi caster* adalah untuk menggerakkan roda tetap stabil dalam posisi lurus walau roda kemudi dilepas dan untuk menjaga ban menopang pada permukaan jalan dengan baik. (Tidak mudah slip keluar radius jalan *).*
3) *Fungsi Toe* adalah sebagai koreksi terhadap camber sehingga efek rolling camber ke arah luar dapat diatasi dan roda dapat menggelinding lurus tanpa terjadi ban menggosok pada permukaan jalan serta sebagai koreksi terhadap gaya penggerak.
4) *Fungsi Sudut king – ping* untuk mengembalikan sikap roda ke posisi lurus setelah membelok
5) Besar sudut caster dan perbedaan yang diijinkan :
   Sudut caster umumnya : 3^0 – 8^0 (1^0– 10^0)

6.2.7. LembarKerjaSiswa :

Catatan hasil pengamatan :

Sikap Geometri Roda	Pengaruh/Fungsi
Camber	
Caster	
Toe	
Inklinasi King-pin	

6.3. KegiatanPembelajaran :LetakPenyetelanGeometriRoda

DenganmengamatiGambardiatasdiskusikanjawabandaripertanyaanberikutini :

Untuktujuanapalengan suspense dilengkapibautpengikat yang memilikikontruksiposisikepalabautdapatdisetelberipenjelasan ?

____

____

____

____

6.3.1. TujuanPembelajaran :

Setelahselesai proses pembelajaransiswadapat :

- ✓ Menerangkanletakpenyetelansikapgeometrirodakendaraan
- ✓ Menjelaskanprosedurpenyetelanmacam-macamsikapgeometrirodakendaraan

6.3.2. UraianMateri :

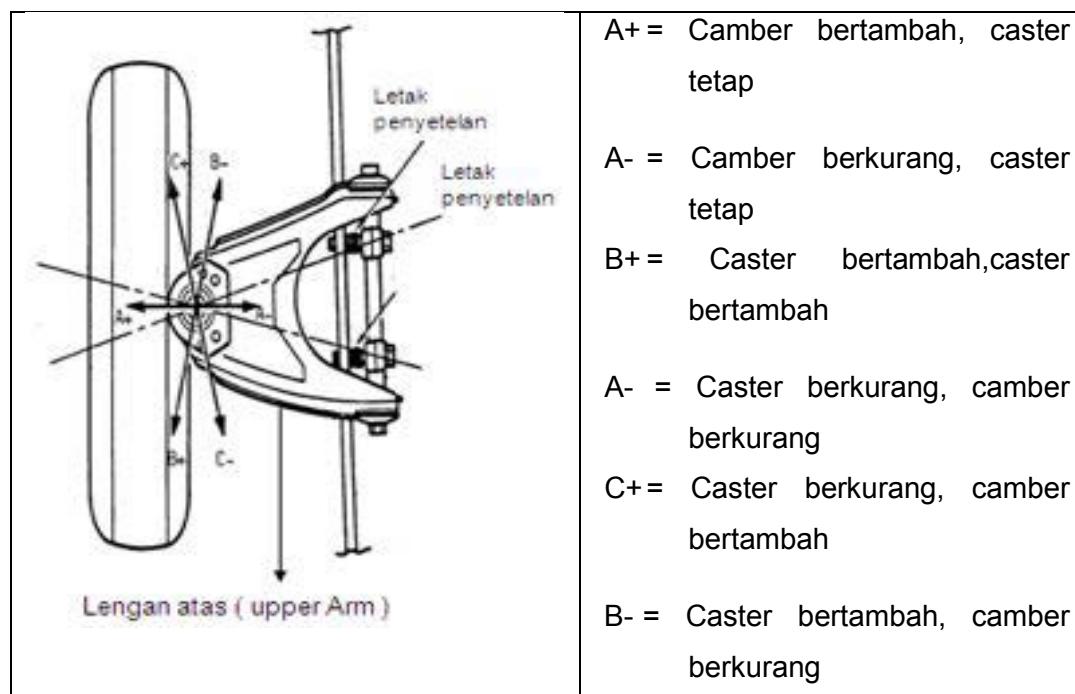
Letak Penyetelan Geometri Roda

Penyetelan camber dan caster padaSuspensi Wishbone

<table>
<tr>
<td>
</td>
<td>A+ = Camber bertambah, caster tetap

A- = Camber berkurang, caster tetap
B+ = Caster bertambah,caster bertambah

A- = Caster berkurang, camber berkurang
C+ = Caster berkurang, camber bertambah

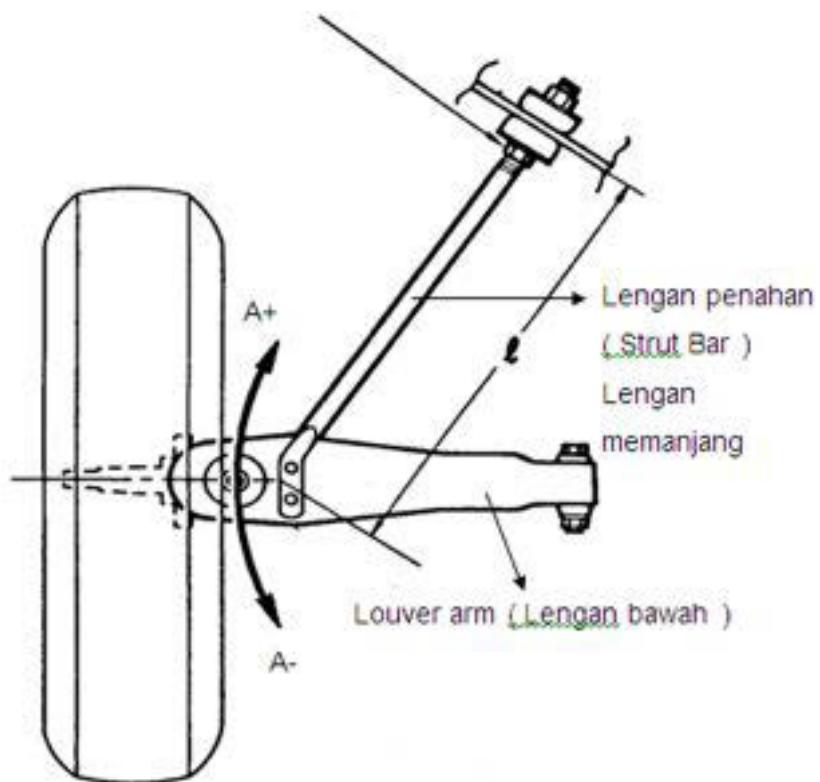
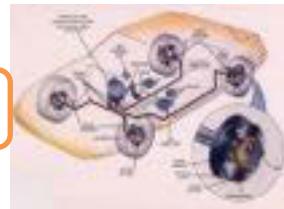
B- = Caster bertambah, camber berkurang</td>
</tr>
</table>

Gambar 6.43. Penyetelan camber dan caster pada suspensi wishbone

Penyetelan camber: dengan menggunakan shim. Caranya dengan menambah atau mengurangi shim depan dan belakang yang tebalnya sama.

Penyetelan caster : Dengan menambah atau mengurangi shim depan dan belakang yang tebalnya berbeda.

Contoh :

Toyota Kijang, Colt L-300, Toyota Hiace

Penyetelan caster pada lengan penahanSuspensi Mac Pherson

Gambar 6.44. Penyetelan caster pada suspensi Mc. Pherson

Penyetelan camber tidak ada, hanya ada penyetelan caster

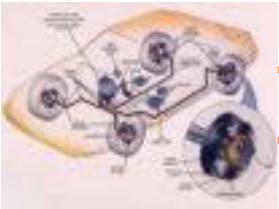
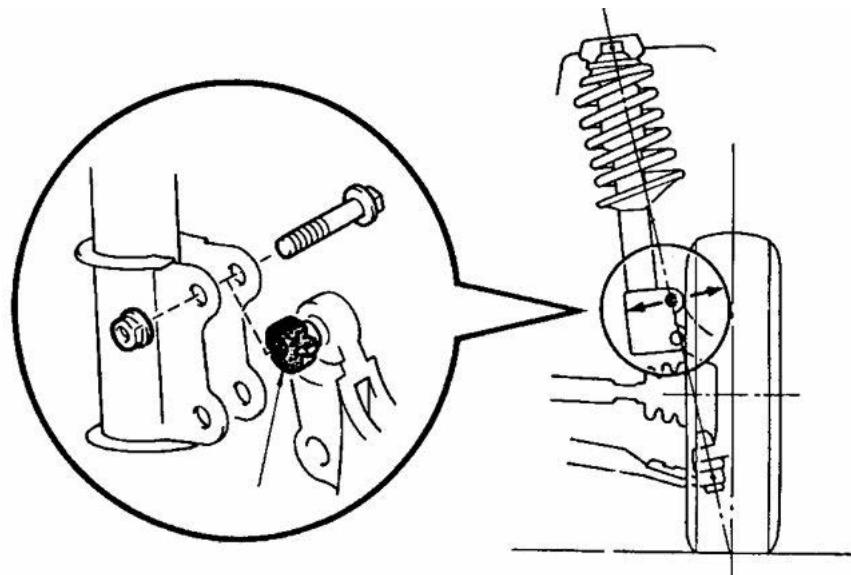
Caranya :

Dengan memendekkan atau menjangkan lengan penahan

A+ = Caster bertambah

A- = Caster berkurang

Contoh :

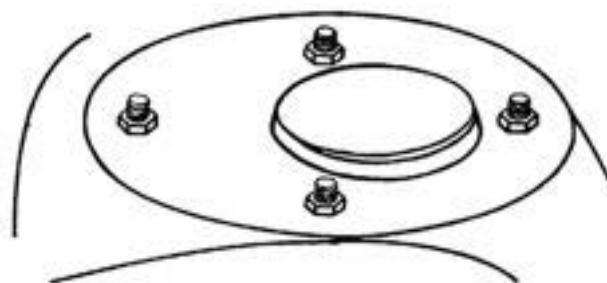
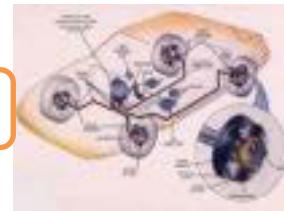
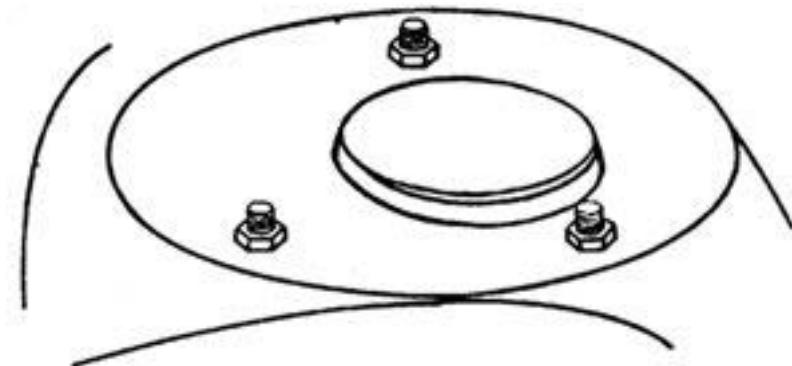
Honda Civic, Suzuki Carry, Daihatsu Zebra

Penyetelan camber pada pengikat nakel kemudi

Gambar 6.45. Penyetelan camber pada naked kemudi

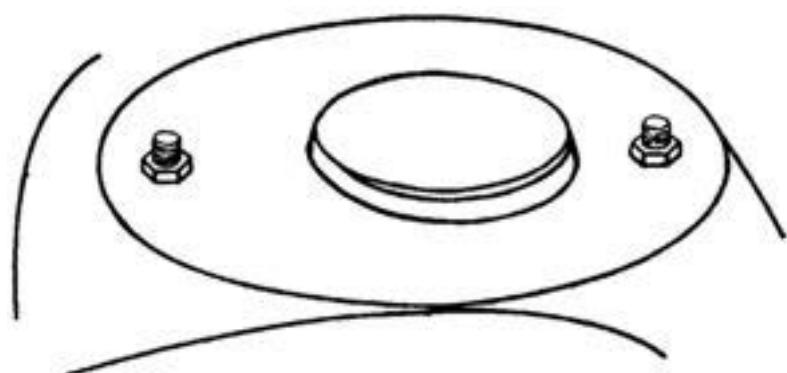
Penyetelan camber dilakukan dengan jalan memutar baut eksentrik pada pengikat nakel kemudi

Contoh :

Toyota Corolla GL, Corons dan Carina II

Penyetelan caster pada pengikat dudukan sok absorber bagian atas

Camber dan Caster (Mazda)

Gambar 6.46. Letak penyetelan caster dan camber 4 baut

Caster (Starlet, Corolla GL)

Gambar 6.47. Letak penyetelan caster 3 baut

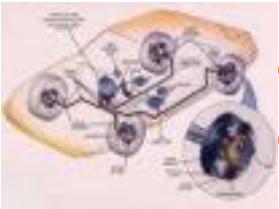
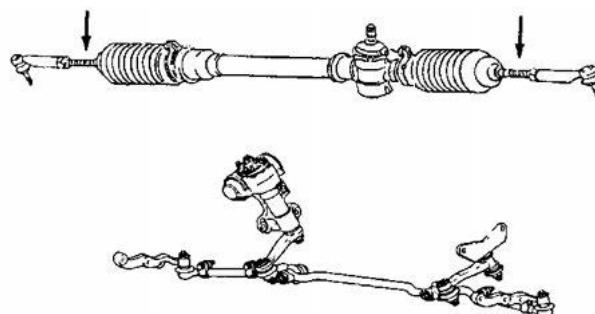
Camber (FORD Lazer)

Gambar 6.48. Letak penyetelan caster 2 baut

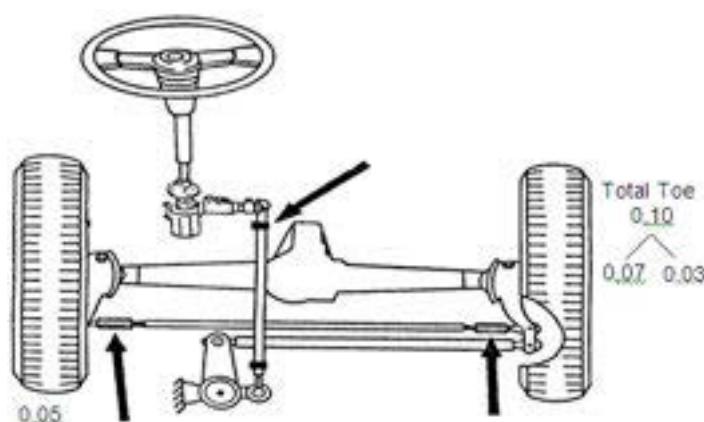
*Contoh :*Mazda, Penyetelan caster dapat dilakukan dengan jalan memutar atau memindah posisi baut pengikat sok breker pada dudukannya

Sistem Kemudi

Letak penyetelan geometri roda pada sistem kemudi di bagian tie–rod (Penyetelan Toe – in/Toe out)

Cara penyetelan :

Memutar tie rod kiri dan kanan serta penyetelannya pada dua Sambungan kemudi untuk suspensi independen

Gambar 6.49. Penyetelan toe pada suspensi independen

Sambungan kemudi pada aksel rigrid

Gambar 6.50. Penyetelan toe pada suspensi rigid

6.3.3. Rangkuman :

Letakpenyetelansikapgeometrirodakendaraan

1) Penyetelan camber dan caster pada Suspensi Wishbone

Penyetelan camber: dengan menggunakan shim. Caranya dengan menambah atau mengurangi shim depan dan belakang yang tebalnya sama

Penyetelan caster : Dengan menambah atau mengurangi shim depan dan belakang yang tebalnya berbeda

2) Penyetelan caster pada lengan penahanSuspensi Mac Pherson

Prosedur penyetelan dengan memendekkan atau menjangkan lengan penahan.

A+ = Caster bertambah

A- = Caster berkurang

3) Penyetelan camber pada pengikat nakel kemudi

Penyetelan camber dilakukan dengan jalan memutar baut eksentrik pada pengikat nakel kemudi

4) Penyetelan caster pada pengikat dudukan sok absorber bagian atas

Penyetelan caster dapat dilakukan dengan jalan memutar atau memindah posisi baut pengikat sok breker pada dudukannya.

5) Penyetelan Toe pada sistem kemudi

Penyetelan dilakukan dengan memutar tie rod kiri dan kanan serta penyetelannya pada dua Sambungan kemudi untuk suspensi independen

6.3.4. Tugas :

Lakukan pengamatan geometri roda pada kendaraan. Diskusikan letak-letak penyetelan sikap geometri roda dan jelaskan prosedur penyetelannya.

6.3.5. TesFormatif :

1) Jelaskan penyetelan camber dan caster pada Suspensi Wishbone !
2) Jelaskan penyetelan caster pada lengan penahanSuspensi Mac Pherson
3) Jelaskan penyetelan camber pada pengikat nakel kemudi !
4) Jelaskan penyetelan caster pada pengikat dudukan sok absorber bagian atas !
5) Jelaskan penyetelan Toe pada sistem kemudi !

6.3.6. LembarJawabanTesFormatif :

1) Penyetelan camber dan caster pada Suspensi Wishbone

Penyetelan camber: dengan menggunakan shim. Caranya dengan menambah atau mengurangi shim depan dan belakang yang tebalnya sama

Penyetelan caster : Dengan menambah atau mengurangi shim depan dan belakang yang tebalnya berbeda

2) Penyetelan caster pada lengan penahanSuspensi Mac Pherson

Prosedur penyetelan dengan memendekkan atau menjangkan lengan penahan.

A+ = Caster bertambah

A- = Caster berkurang

3) Penyetelan camber pada pengikat nakel kemudi

Penyetelan camber dilakukan dengan jalan memutar baut eksentrik pada pengikat nakel kemudi

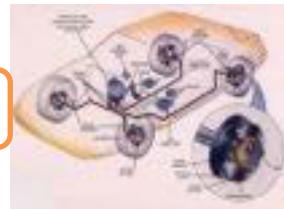
4) Penyetelan caster pada pengikat dudukan sok absorber bagian atas

Penyetelan caster dapat dilakukan dengan jalan memutar atau memindah posisi baut pengikat sok breker pada dudukannya.

5) Penyetelan Toe pada sistem kemudi

Penyetelan dilakukan dengan memutar tie rod kiri dan kanan serta penyetelannya pada dua Sambungan kemudi untuk suspensi independen

6.3.7. LembarKerjaSiswa :

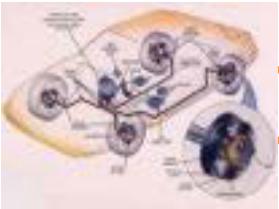
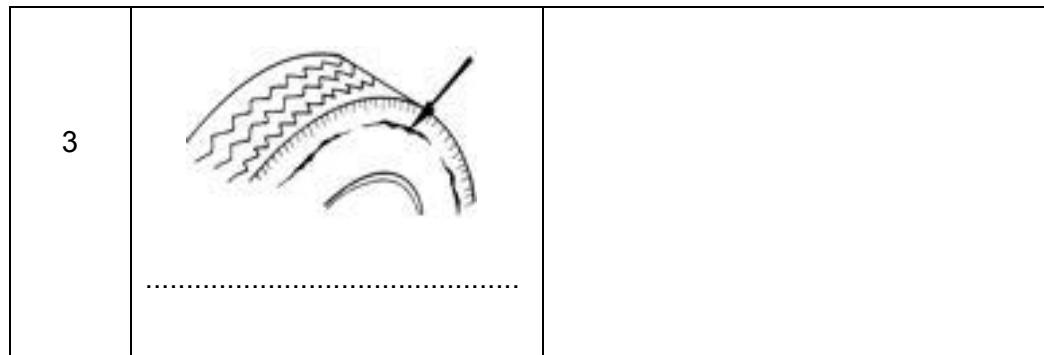
Gambar Letak Penyetelan	Prosedur penyetelan

BAB 7
BAN

7.1. Kegiatan Belajar : Ban

Amatilah gambar berikut ini kemudian diskusikan apa arti kode yang tertera pada gambar potongan ban !

Amatilah gambar berikut ini kemudian diskusikan jenis kerusakan dan penyebabnya !

NO	JENIS KERUSAKAN	PENYEBAB KERUSAKAN
1	....	
2	....	

3	....	

7.1.1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini siswa diharapkan dapat memahami tentang ban dan menyajikan data hasil pengamatan tentang jenis-jenis kerusakan ban dan penyebabnya.

7.1.2. Uraian Materi

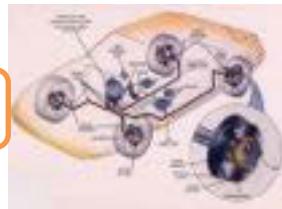
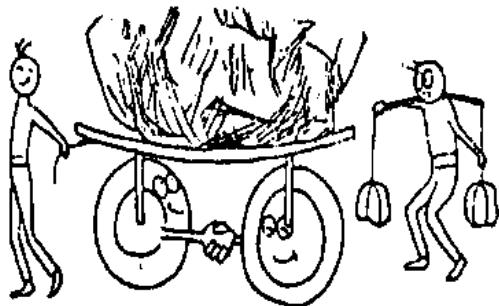
A. Fungsi dan tuntutan ban

Ban merupakan bagian dari kendaraan yang langsung berhubungan dengan jalan. Dan berfungsi untuk menjamin kendaraan berjalan nyaman dan aman dengan mengurangi hambatan – hambatan gelinding roda.

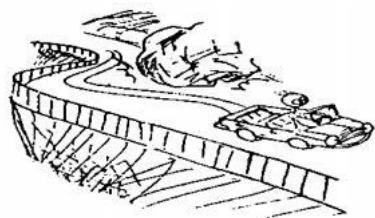
Fungsi ban yang lain adalah sebagai berikut :

- Ban menopang seluruh berat yang ada pada kendaraan.
- Ban melakukan kontak langsung dengan permukaan jalan sehingga berfungsi menyalurkan tenaga dan menahan permukaan jalan melalui pengeran, juga dalam mengontrol awal start, akselerasi, berhenti dan berbelok arah.
- Ban meredam kejutan yang disebabkan oleh permukaan jalan yang tidak rata.

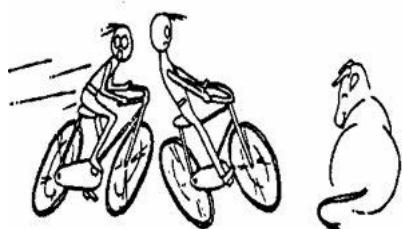
Karena pentingnya ban maka banyak sekali tuntutan – tuntutan yang harus dipenuhi oleh ban, antara lain :

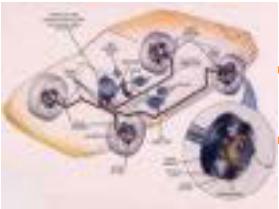
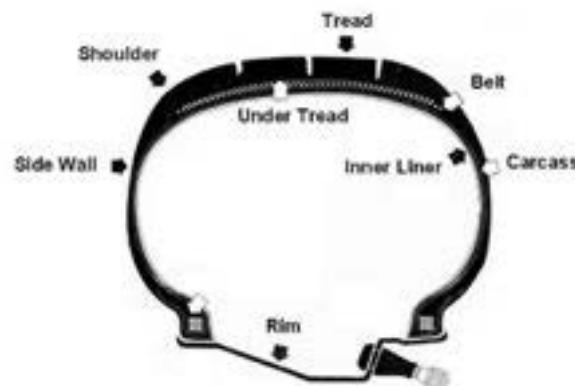
1. Tuntutan dasar (utama)

a. Mampu menahan berat kendaraan dan muatan (arah atas dan bawah)

Gambar 7.1. Ban menahan beban kendaraan

b. Mampu menahan gaya (dorongan) dari samping kiri dan kanan

Contoh : Saat belok, zig – zag

Gambar 7.2. Ban menahan gaya samping

c. Mampu menahan gaya memanjang

Contoh : Saat pengereman

Gambar 7.3. Ban menahan gaya pengereman

2. Tuntutan lain :
   a. Kemampuan traksi (cengkram) besar
   b. Tahanan gelinding kecil
   c. Dapat meredam getaran

B. Nama-nama Bagian/Konstruksi :

Gambar 7.4. Bagian-bagian ban

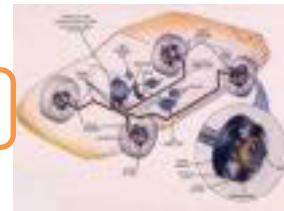
CARCASS

Adalah kawat yang dipasang dibagian dalam ban yang fungsinya untuk menahan berat dan menyerab benturan. Terdiri dari lapisan kawat ban yang dibungkus menyatu dengan karet. Kawat untuk ban bus dan truck biasanya terbuat dari bahan nylon atau baja, sedangkan untuk ban kendaraan penumpang yang dipakai adalah polyester atau nylon. Ban umumnya digolongkan berdasarkan arah kawat ban, ban radian dan ban bias.

TREAD

Tread atau biasa disebut tapak adalah bagian luar lapisan ban yang melindungi bagian kawat ban agar tidak rusak atau cepat. Bagian ini adalah daerah yang langsung kontak dengan permukaan jalam dan menghasilkan tahanan gesek yang menyalurkan laju kendaraan dan gaya pengereman ke jalan.

SIDE WALL

Side wall adalah lapisan karet yang melindungi sisi samping ban serta melindungi bagian kawat ban agar tidak rusak. Tanda yang ada disamping ban memuat informasi tentang ban yang digunakan beserta kapasitas daya angkutnya.

BREAKER

Breaker, adalah lapisan fabrik antara lapisan kawat dan tapak ban, untuk memperkuat lapisan diantara keduanya, disamping untuk membantu mengurangi kejutan dari permukaan jalan ke lapisan kawat. Breaker biasanya digunakan untuk ban bias. Ban untuk bus, truck dan truck ringan menggunakan breaker bahan nylon, sedangkan untuk mobil penumpang menggunakan polyester.

BELT

Ada jenis breaker yang digunakan untuk ban badial. Yang berputar menggelinding disekeliling ban antara carcass dan tread rubber, komponen ini terpasang dengan kuat pada carcass. Ban yang dipakai untuk mobil penumpang menggunakan rigid breakers yang terbuat dari baja, kawat rayon atau polyester, sedangkan untuk bus dan truck terbuat dari kawat baja.

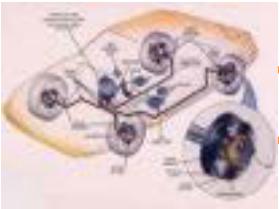
BEADS

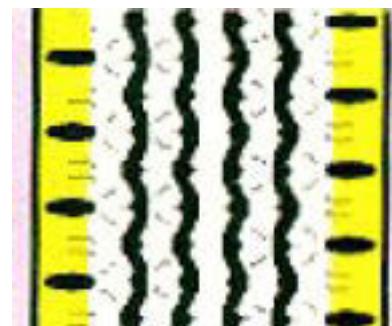
Beads atau butiran pada ban mobil penumpan terbuat dari kawat baja kaku yang kuat. Pada saat ban berputar dijalan raya, ada gaya putar dari ban yang mencoba keluar lingkarannya. Untuk itulah bead ini berfungsi untuk menahan dengan kuat fixes the tyre to the rim by winding the end of cord. It is composed of bead wire and core rubber.

SHOULDER

Shoulder atau bahu adalah bagian unjung dari tapak sampai ke bagian atas dinding samping ban.

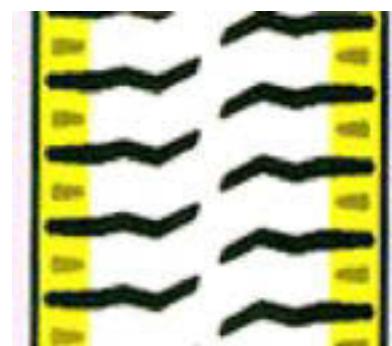
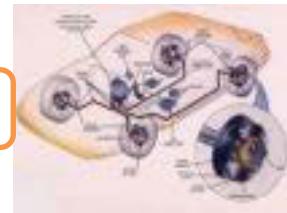
INNER LINER

Inner liner adalah lapisan karet anti air yang dipasang dibagian dalam ban fungsinya mirip sebagai tabung.

C. Tread Pattern (Pola Tapak)

1) Bentuk RIB

Gambar 7.5. Tapak ban bentuk RIB

Bentuk polanya dibuat pada sekeliling lingkaran ban

- Tahanannya rendah terhadap putaran.
- Stabilitas dan laju kendaraan baik karena ban tidak menarik ke kanan dan ke kiri.
- Cocok untuk kecepatan tinggi karena panas yang ditimbulkannya rendah.
- Pengereman & tenaga putar kemudi lemah.
- Ban mudah pecah oleh adanya tekanan.
- Cocok untuk jalan beraspal, ban depan truck -bus.

2) Bentuk LUG

Gambar 7.6. Tapak ban bentuk LUG

Pola bentuknya menudut ke arah kanan di sekeliling ban.

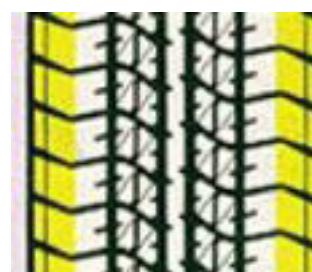
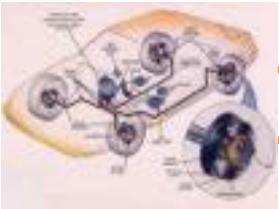
- Unggul dalam hal pengereman dan tenaga putar kemudi
- Noise pada kecepatan tinggi
- Tidak cocok untuk kecepatan tinggi karena tahanannya cukup kuat terhadap putaran.
- Cocok untuk jalan jelek, roda belakang bus, kendaraan industri, dump trucks.

2) **Bentuk RIB-LUG**

Gambar 7.7. Tapak ban bentuk RIB-LUG

Adalah kombinasi bentuk RIB & LUG

- Tulang yang dipasang ditengah-tengah ban berfungi untuk mencegah selip dan meningkatkan stabilitas kendaraan.
- Rug pada bahu ban membuat pengereman dan tenaga putar kemudi tetap baik.
- Cocok untuk jalan beraspal dan jelek. Biasanya dipakai untuk ban depan dan belakang truck dan bus.

3) **Bentuk Blok**

Gambar 7.8. Tapak ban bentuk blok

Berbentuk blok tersendiri dimana alur lekukannya berhubungan satu sama lainnya

- Sangat bagus dalam hal handling dan stabilitas di jalan yang dipenuhi air hujan dan salju.
- Mudah aus karena area bidang bannya cukup luas dan ditopang oleh groove (alur).
- Cocok untuk dipakai motorcar pada musin dingin dan semi. Cocok untuk roda belakang radial mobil biasa.

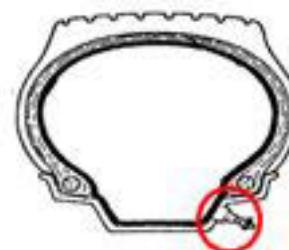
4) Bentuk Pola Arah

Bentuk pola menyilang pada kedua sisi luar arah menghadapnya adalah sama.

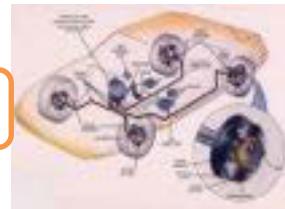
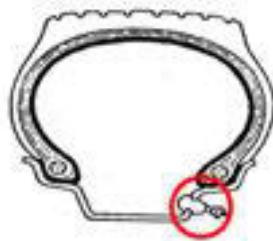
- Tenaga pengereman baik.
- Dikarenakan adanya negative hydrotropism yang baik, maka pada saat hujan tingkatkestabilannya baik.
- Cocok untuk kecepatan tinggi.
- Ban motorcar untuk kecepatan tinggi.
- Tanda arah putaran ke depan dicap pada ban.

D. Jenis-jenis Ban

1. Berdasarkan penggunaan ban dalam

a. Ban dengan ban dalam

Gambar 7.9. Tapak ban bentuk blok

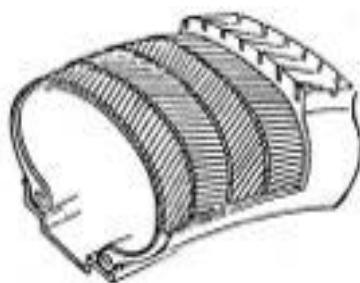
Ciri-ciri :

- Mempunyai kode tube – type
- Pentil melekat pada ban dalam

b. Ban tanpa ban dalam

Gambar 7.10. Tapak ban bentuk blok

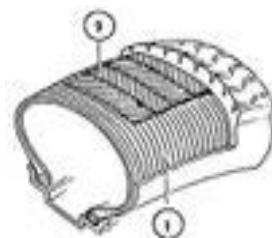
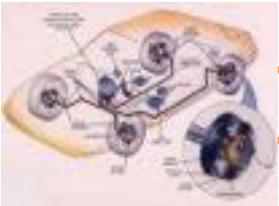
Ciri-ciri :

- Mempunyai kode tube less
- Pentil melekat pada pelek

2. Berdasarkan konstruksinya (Struktur Karkasnya)

a. Ban Bias / Diagonal

Gambar 7.11. Ban bias/diagonal

Ban bias atau ban diagonal disebut juga ban konvensional
Terdiri dari beberapa lapisan lilitan karkas yang ditenun $30^0 \neq$ 60^0 terhadap garis tengah ban

b. Ban Radial

Gambar 7.12. Tapak ban bentuk blok

Konstruksi terdiri dari dua bagian pokok yaitu :

- Lililtan karkas (1) yang ditenun 90^0 terhadap garis tengah ban.
- Sabuk ban (belt) yang terdiri beberapa lapis, ditenun 25^0 – 40^0 terhadap garis tengah ban

E. Ukuran Ban dan Aspek Ratio

1. Ukuran Ban

1 = Lebar ban (W)

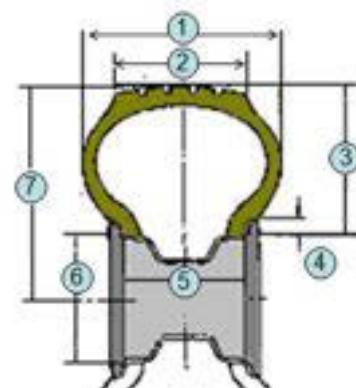
2 = Leba telapak ban

3 = Tinggi ban (H)

4 = Tinggi tanduk pelek

5 = Lebar pelek

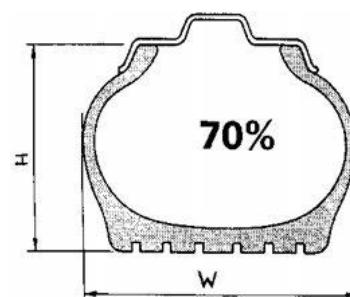
6 = ∅ Pelek

7 = Jari – jari roda

Gambar 7.13. Ukuran Ban

2. Aspek Ratio

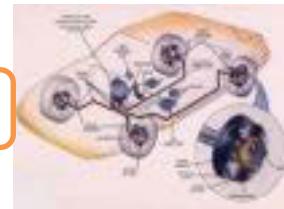
Aspek ratio adalah perbandingan tinggi (H) dan lebar ban (W)

Aspek ratio (%) =

$$\frac{H\ (\text{tinggi ban})}{W\ (\text{lebar ban})}$$

Gambar 7.14. Aspek Rasio

Besar aspek ratio sandart adalah ≈ 80

Saat ini aspek ratio telah dibuat sampai 45, tetapi pabrik ban di Indonesia baru memproduksi ratio ban sampai 60. Untuk aspek ratio rendah akan berdampak pengendalian kemudi lebih baik, kontak ban lebih besar, kontrol kemudi lebih baik , tetapi kurang nyaman.

Untuk aspek ratio besar akan berdampak pengendalian kemudi kurang baik, kontak ban lebih kecil, kontrol kemudi kurang baik , tetapi lebih nyaman.

F. Kode ban (Tire Marking)

1. Ban Radial

Kode ban ditunjukkan pada dinding samping ban, kode-kode ini mempunyai arti. Berikut salah satu contohnya :

Gambar 7.15. Kode Ban Radial

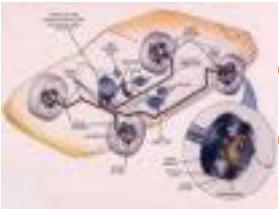
Keterangan :

Lebar ban	: 185 mm
Aspek ratio	: 75%
Jenis Ban	: Radial
Diameter dalam ban	: 14 Inchi
Index Kecepatan	: S
Index Beban	: 82

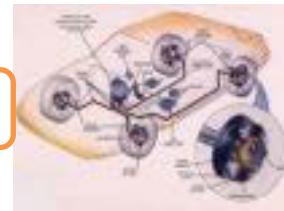
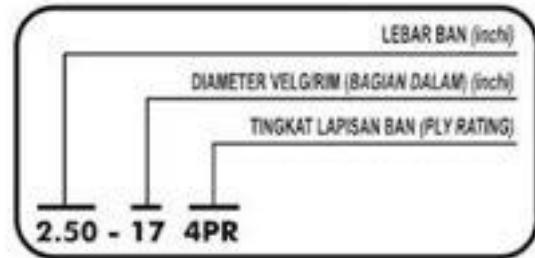
INDEX KECEPATAN (Speed Index)

Simbol kecepatan adalah tanda kecepatan aman yang bisa dicapai dengan syarat kondisi bandalam keadaan baik.

Umumnya rating kecepatan yang ditunjukkan dengan simbol huruf adalah sebagai berikut:

INDEX	SPEED	INDEX	SPEED
Q	160 Km/jam	U	200 Km/jam
R	170 Km/jam	H	210 Km/jam
S	180 Km/jam	V	240 Km/jam
T	190 Km/jam	W	270 Km/jam

INDEX BEBAN (Load Index)

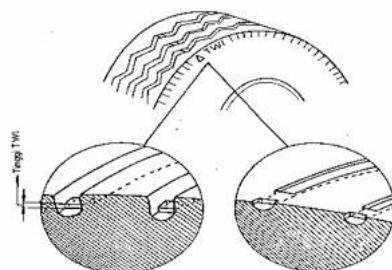
Banyak ban yang memberikan informasi yang ditempatkan diakhir ukuran ban. Informasi ini terdiri dari suatu angka yang disebut dengan load index, dan huruf yang mengartikan speed rating. Load index adalah beban maksimal yang dapat ditopang oleh ban.

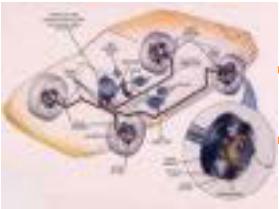
LOAD INDEX	KG	LOAD INDEX	KG	LOAD INDEX	KG
65	290	80	450	95	690
66	300	81	462	96	710
67	307	82	475	97	730
68	315	83	487	98	750
69	325	84	500	99	775
70	335	85	515	100	800
71	345	86	530	101	825
72	355	87	545	102	850
73	365	88	560	103	875
74	375	89	580	104	900
75	387	90	600	105	925
76	400	91	615	106	950
77	412	92	630	107	975
78	425	93	650	108	100
79	437	94	670		

2. **Ban Diagonal/Bias**

Gambar 7.16. Kode Ban Diagonal

G. Fly Rating

Angka yang ditulis di depan Ply Rating bukan menunjukkan jumlah lapisan yang sebenarnya, tetapi menunjukkan angka kekuatan dari ban. Hal ini tergantung dari jenis bahan yang digunakan sebagai lapisannya

Contoh : Tertulis 16 PR, bahan dari baja yang terdiri satu lapisan (satu ply), kekuatannya sama dengan 16 plies (ply), jika bahannya terbuat dari cotton

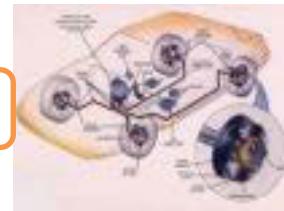
H. Thread Wear Indicator (TWI)

Gambar 7.17. Thread wear Indicator

TWI adalah tanda atau indikator yang dipakai untuk menentukan tingkat keausan telapak ban. Tinggi TWI umumnya 1,5 s/d 2 mm diukur dari dasar telapak ban (seperti gambar).

I. INFORMASI TAMBAHAN

PANAS YANG DITIMBULKAN OLEH BAN

Selama karet, lapisan kawat dan bahan campuran lainnya yang dipakai pada ban tidak cukup elastis, maka ban akan lebih besar kehilangan topangan karena ban menyerap energi selama melentur sehingga menimbulkan panas. Selama bahan material ban yang dipakai mempunyai konduktor panas yang kurang , maka panas akan cepat timbul dan menumpuk di dalam material ban, sehingga menyebabkan temperatur di dalam ban menjadi tinggi. Panas yang tinggi dapat memperlemah balutan antara lapisan karet dan kawat ban, nantinya dapat menimbulkan lapisan menjadi terpisah atau ban meletus. Panas yang timbul di dalam ban bervariasi diperngaruhi oleh faktor tekanan ban, beban, kecepatan kendaraan, kedalaman kembang ban dan konstruksi ban. Untuk dapat selalu mengontrol kondisi tekanan ban, maka diperlukan peralatan yang disebut Tire Monitoring, sehingga setiap saat tekanan ban dapat dilihat.

7.1.3. Rangkuman

1. Fungsi untuk menjamin kendaraan berjalan nyaman dan aman dengan mengurangi hambatan – hambatan gelinding roda
2. Tuntutan terhadap ban :
   - Mampu menahan berat kendaraan dan muatan (arah atas dan bawah)
   - Mampu menahan gaya (dorongan) dari samping kiri dan kanan
   - Mampu menahan gaya memanjang
   - Kemampuan traksi (cengkram) besar
   - Tahanan gelinding kecil
   - Dapat meredam getaran
3. Jenis ban berdasarkan penggunaan ban dalam dibagi menjadi dua yaitu : tube type dan tubeless type.
4. Jenis ban berdasarkan struktur karkasnya dibagi dua yaitu : ban radial dan ban diagonal (bias).

5. Ukuran yang dapat dilihat pada konstruksi ban antara lain : Lebar ban (W), Lebar telapak ban, Tinggi ban (H) ,Tinggi tanduk pelek, Lebar pelek, ∅ Pelek, Jari – jari roda.
6. Aspek ratio adalah perbandingan tinggi (H) dan lebar ban (W).
7. Ply Rating bukan menunjukkan jumlah lapisan yang sebenarnya, tetapi menunjukkan angka kekuatan dari ban.
8. TWI adalah tanda atau indikator yang dipakai untuk menentukan tingkat keausan telapak ban.

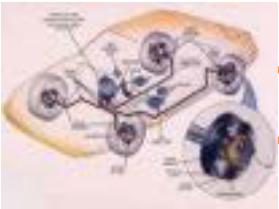
7.1.4. Tugas

1. Lakukan pengamatan kode ban (ban diagonal dan ban radial) yang ada di kendaraan kemudian jelaskan apa maksudnya !
2. Lakukan pengamatan terhadap berbagai macam kerusakan ban dan simpulkan penyebabnya !

7.1.5. Tes Formatif

1. Jelaskan fungsi ban !
2. Berdasarkan fungsinya, sebutkan tuntutan ban !
3. Sebutkan klasifikasi ban berdasarkan konstruksi karkasnya !
4. Jelaskan pengertian aspek ratio !
5. Jelaskan pengertian Thread Wear Indicator (TWI) !

7.1.6. Lembar Jawaban Tes Formatif

1. Fungsi ban adalah untuk menjamin kendaraan berjalan nyaman dan aman dengan mengurangi hambatan – hambatan gelinding roda.
2. Tuntutan terhadap ban :
   - Mampu menahan berat kendaraan dan muatan (arah atas dan bawah)
   - Mampu menahan gaya (dorongan) dari samping kiri dan kanan
   - Mampu menahan gaya memanjang
   - Kemampuan traksi (cengkram) besar
   - Tahanan gelinding kecil
   - Dapat meredam getaran

3. Ban radial dan ban diagonal (bias).
4. Aspek ratio adalah perbandingan tinggi (H) dan lebar ban (W)
5. TWI adalah tanda atau indikator yang dipakai untuk menentukan tingkat keausan telapak ban.

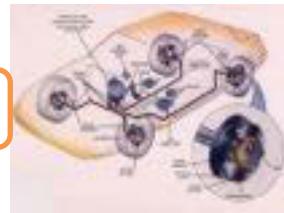
7.1.7. Lembar Kerja Siswa

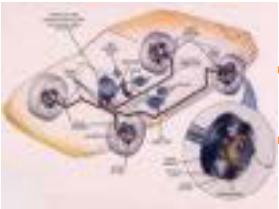
Catatan hasil identifikasi kode ban :

BAN RADIAL

Kode ban	....		
Lebar ban	....	mm	
Aspek rasio	....	%	
Jenis ban	....	-	
Diameter dalam ban	....	Inchi	
Index Kecepatan	....	Km/jam	
Index Beban	....	Kg	

BAN DIAGONAL

Kode ban	....		
Lebar ban	....	Inchi	
Jenis ban	....	-	
Diameter pelek	....	Inchi	
Tingkat lapisan ban	....	PR	

Catatan hasil identifikasi kerusakan ban :

NO	JENIS KERUSAKAN	PENYEBABNYA
1	Gambar :	
2	Gambar :	
3	Gambar :	
4	Gambar :	

BAB 8
SISTEM REM DENGAN KONTROL ELEKTRONIK
(ABS, ESP, ASR)

8.1. Kegiatan Pembelajaran :Pendahuluan SRKE

Dengan mengamati Gambar diatas diskusikan jawaban dari pertanyaan berikut ini :

Apa yang terjadi jika kendaraan melaksanakan pengereman diatas permukaan jalan dilintasan roda kiri permukaan basah dan dilintasan roda kanan permukaan basah beri penjelasan ?

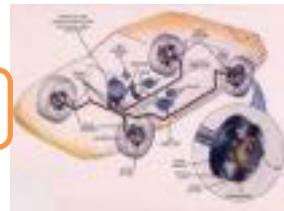
____

____

____

____

____

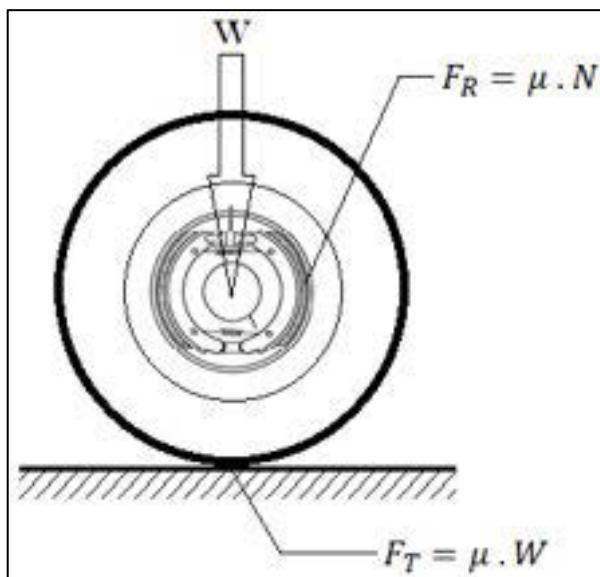
____

8.1.1. Tujuan Pembelajaran :

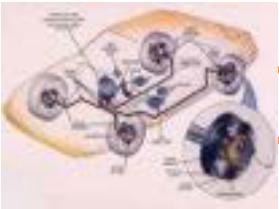
Setelah selesai proses pembelajaran siswadapat :

- ✓ Menerangkan faktor yang mempengaruhi unjuk kerja system rem kendaraan
- ✓ Menjelaskan pengereman statis dan pengereman dinamis
- ✓ Menerangkan macam-macam konsep regulasi tekanan rem pada system ABS

8.1.2. Uraian Materi :

Unjuk kerja system rem

Secara keseluruhan system rem akan membuat perlambatan mobil sesuai injakan pedal rem oleh sopir yang besarnya tergantung dari ;

Gambar 8.1 Unjuk Kerja Sistem Rem

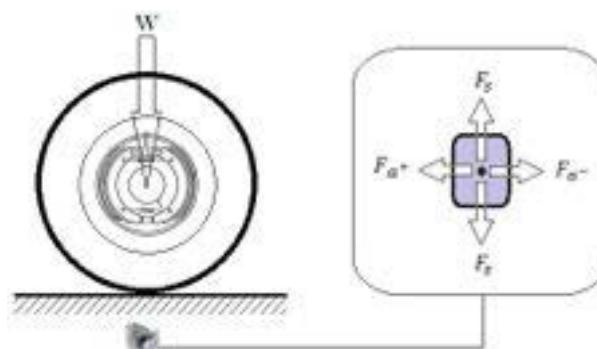
1. Kemapuan rem → F_R
2. Traksi → F_T
3. W → Berat kendaraan

Dimana dalam berbagai kondisi penge- reman terdapat beberapa kemungkinan yang terjadi akibat dari saling ketergantungan antara Rem dan Traksi. Hal tersebut dapat diilustrasikan sebagai berikut :

- Kemungkinan 1 → $F_R < F_T$ Jarak pengereman panjang
- Kemungkinan 2 → $F_R = F_T$ Pengereman optimal
- Kemungkinan 3 → $F_R > F_T$ Terjadi slip

$$F_R = F_T \quad \rightarrow \quad \mu_{kanfas} \cdot N = \mu_{jalan} \cdot w$$

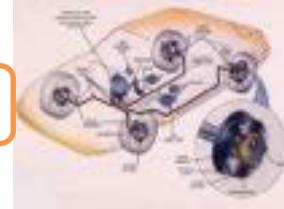
$$N = \frac{\mu_{jalan}}{\mu_{kanfas}} \cdot W$$

Traksi :

Dapat diartikan sebagai kemampuan mengalirkan gaya gerak kendaraan ke permukaan jalan yang arahnya sejajar atau melintang terhadap arah gerak kendaraan (arah memanjang).

Gambar 8.2 Traksi Roda

F_{a^+} = Gaya arah memanjang → Percepatan (mesin penggerak)

F_{a^-} = Gaya arah memanjang → Perlambatan (pengereman)

F_s = Gaya arah melintang (samping) → sentrifugal (efek manufer)

Pada proses pengereman gaya rem maksimum sangat tergantung dari besarnya gaya traksi maka :

$$F_{R.\ max} = F_T = \mu . W$$

Jika besarnya $\boldsymbol{F_{Rem}} > \boldsymbol{F_{Traksi}}$ akan terjadi slip sehingga kecepatan roda "$\boldsymbol{V_r}$" menjadi lebih kecil dibandingkan kecepatan kendaraannya "$\boldsymbol{V_k}$" dan slip biasanya dinyatakan dengan "**s**" dan besarnya dalam %.

$$s = \frac{V_k - V_r}{V_K} . 100\ \%$$

s = Slip

V_r = Kecepatan roda

V_k = Kecepatan kendaraan

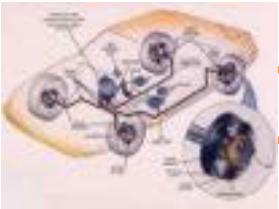
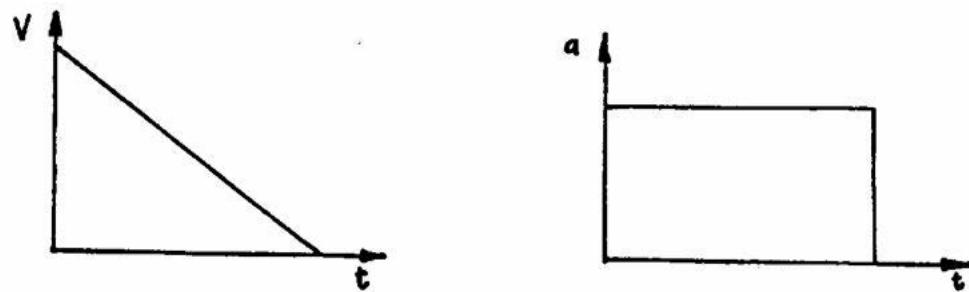
Slip adalah perbedaan kecepatan roda dibandingkan dengan kecepatan kendaraan dinyatakan dalam %

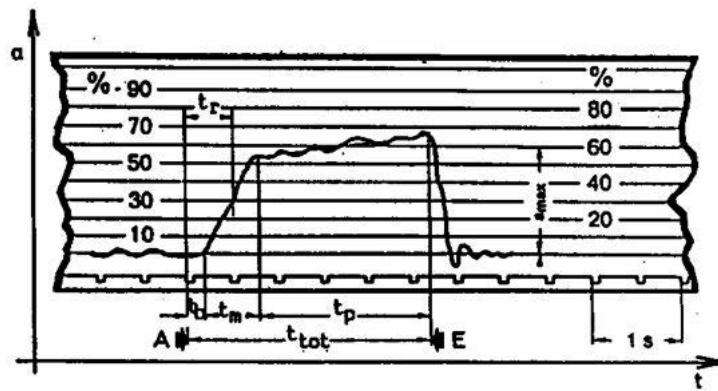
Perlambatan Kendaraan

Selama proses pengereman terjadi, maka kecepatan kendaraan turun untuk menghitungnya, kita memakai perlamabatan (a)

$$a = \frac{\Delta V}{t} = \frac{\text{Perubahan kecepatatan}}{\textit{waktu yg ditempuh}}$$

Jika :

ΔV = konstan $\rightarrow$ a = Konstan

Gambar 8.3 Grafik Perlambatan

Pada kenyataannya perlamabatan itu tidak konstan, seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini yang didapat dari pesawat diagram perlambatan.

Gambar 8.4 Grafik Hasil Pengukuran Perlambatan

Untuk perhitungan diagram seperti di atas tidak mempunyai pengaruh, kita dapat menggunakan $a_{rata-rata}$

tr = waktu reaksi

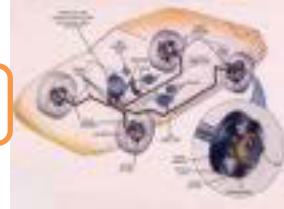
tb = waktu pada gerak bebas torak

tm = waktu membangun pengereman

tp = waktu pengereman

t tot = Jumlah waktu pengereman teknis

A = Saat akan menekan pedal rem

L = Saat melepas pedal rem

Untuk perhitungan kita hanya memerluka a rata-rata

$$a_{rata-2} < a_{max}$$

Karena waktu yang diperlukan untuk membangun gaya pengereman

Dalam perhitungan, kita masih memperhitungkan Faktor waktu (e), (e) adalah kecepatan untuk membangun tekanan di dalam sistem rem, makin besar harga (e), makin baik sistem rem tersebut

$$e \ \ untuk\ rem\ hidraulis \ \ 0{,}8$$

Jadi : a_{rata-2} = a_{max} . e

a_{rata-2} = 9,81. 0,8 → Untuk sistem rem hidraulis yang baik

Perlambatan maksimum ;

Dalam proses pengereman perlambatan maksimum dapat dicapai jika besarnya gaya rem "$\boldsymbol{F_R}$" sama dengan gaya gerak kendaraan "$\boldsymbol{F_k}$" sehingga $\bar{a}_{max}$ adalah sebesar :

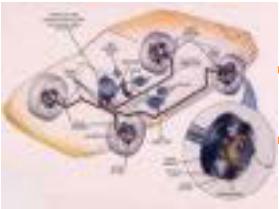
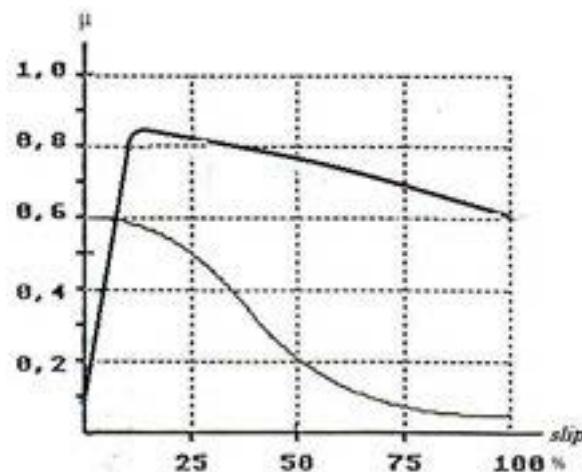
$F_R = F_T = \mu \,.\, W$ dan $F_k = m \,.\, a \ \ (\,hukum\ Newton\ II\,)$

$\mu \,.\, W \ = m \,.\, a$ → $\mu \,.\, m \,.\, g \ = m \,.\, a$

$$a \ = \frac{\mu \,.m\,.g}{m} \ = \ \mu \,.\, g$$

Maka besarnya $\boldsymbol{\bar{a}}_{max}$ = μ . $\boldsymbol{g}$

Hubungan slip dan μ :

Dari hasil percobaan diperoleh gambar grafik hubungan s dg μ bahwa ;

Gambar 8.5 Grafik Hubungan Slip dan Koefisien Gesek

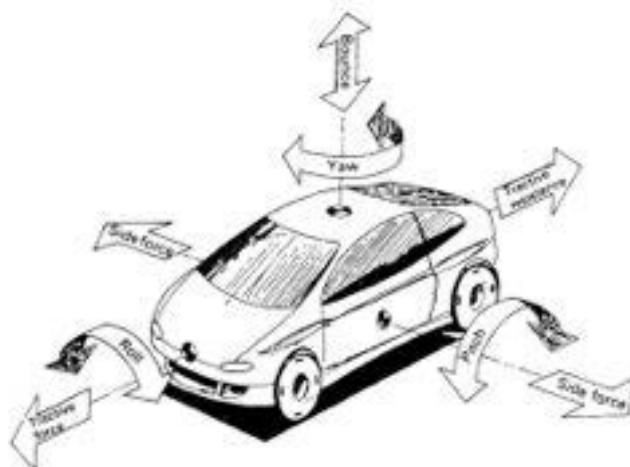
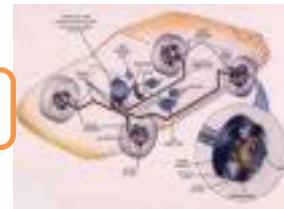
Pada saat slip 100 % (Blockiert) maka :

- Gaya pengereman mengecil → jarak pengereman panjang
- Gaya samping kecil hampir 0

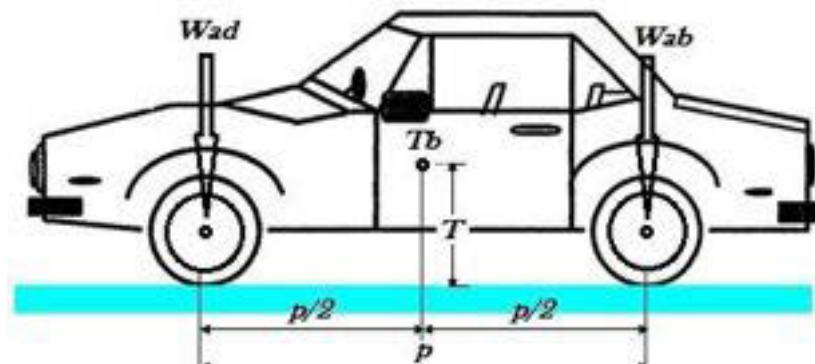
  Slip antara 10-30% :

- Pengereman optimal
- Gaya samping masih baik

Pengereman statis dan dinamis :

1) Pengereman saat mobil diam → Tidak ada perubahan traksi pada roda depan dan belakang
2) Pengereman saat mobil bergerak → Terdapat perubahan traksi pada roda depan dan belakang akibat guncangan mobil

Gambar 8.6 Guncangan Kendaraan

Perubahan beban aksel “***W***” :

Beban aksel statis

Gambar 8.7 Beban Aksel Statis

Tb = Titik berat kendaraan

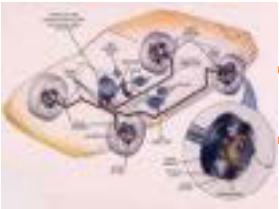
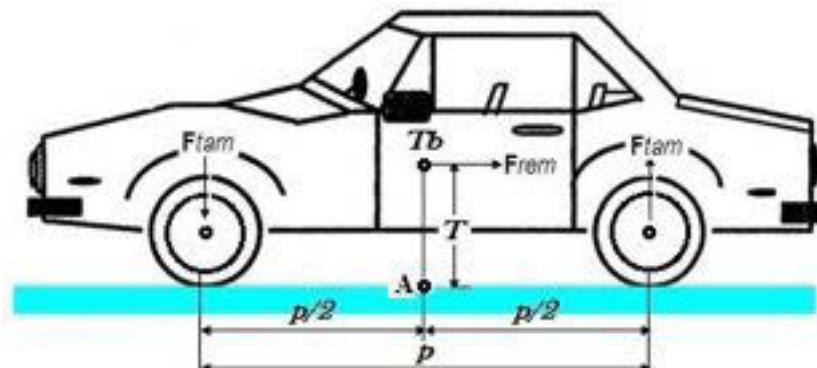
Wad = Beban aksel depan (Kg)

Wab = Beban aksel belakang (Kg)

m = Wad + Wab = massa kendaraan (Kg)

T = Tinggi titik berat kendaraan (m)

P = Jarak sumbu roda (m

Dengan asumsi penyebaran beban merata kesemua roda maka ***Wad = Wab***

Beban aksel dinamis (pengereman saat mobil berjalan)

Gambar 8.8 Beban Aksel Dinamis

Rumus dasar :

$$F = m \,.\, a \qquad\qquad M_A = F \,.\, T$$

F = Gaya gerak kendaraan

m = Massa kendaraan

a = Perlambatan kendaraan

T = Tinggi titik berat

M_A = Momen di titik A

Gaya pengereman menimbulkan momen pengereman pada titik MA yang besarnya :

$$M_A = F_{rem} \,.\, T \qquad \rightarrow \qquad M_A = m \,.\, a \,.\, T$$

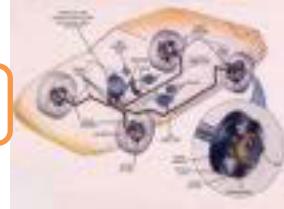
Karena ,

m = tetap

T = tetap

Maka ,

"a" = besar → momen pengereman besar

"a" = kecil → momen pengeremen keci

Dengan pendekatan keseimbangan momen di titik A diperoleh ,

$$\sum M_A = 0$$

$$M_{rem} - M_{tam} - M_{tam} = 0$$

$$F_{rem} \cdot T - F_{tam} \cdot \frac{1}{2} \cdot p - F_{tam} \cdot \frac{1}{2} \cdot p = 0$$

$$F_{rem} \cdot T = F_{tam} \cdot \frac{1}{2} \cdot p + F_{tam} \cdot \frac{1}{2} \cdot p$$

$$F_{rem} \cdot T = F_{tam} \cdot p$$

$F_{tam} = \frac{F_{rem} \cdot T}{p}$ → $F_{tam} = F_{rem} \cdot \frac{T}{P}$

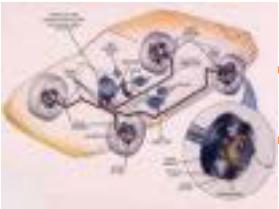
$W_{ad} = m_{ad} \cdot g + F_{rem} \cdot \frac{T}{P}$ → Penambahan beban aksel depan

$W_{ab} = m_{ab} \cdot g - F_{rem} \cdot \frac{T}{P}$ → ***Pengurangan*** beban aksel belakang

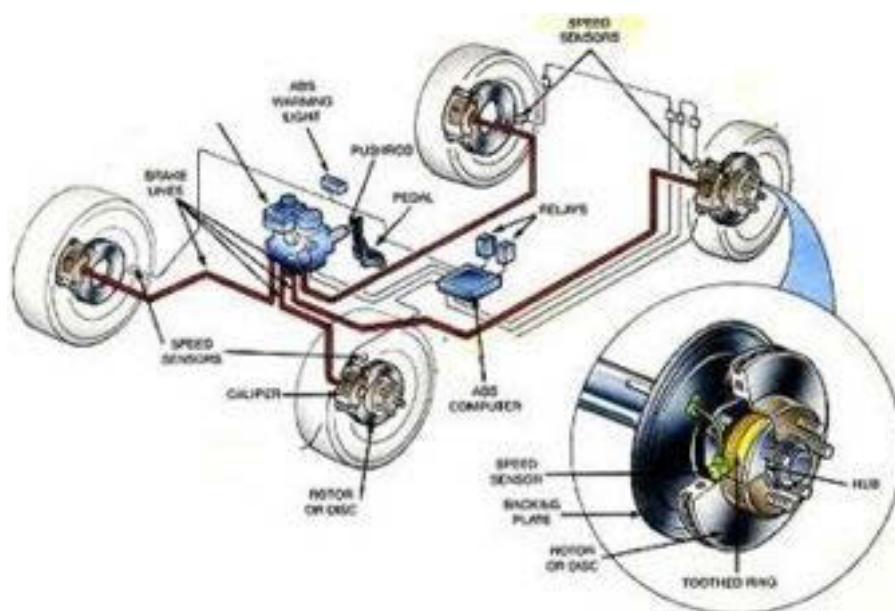
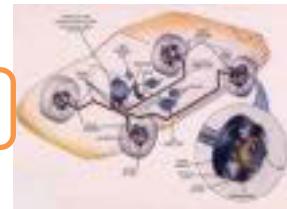
Gambar 8.9 Contoh perubahan Beban Aksel

" Terjadi guncangan pitching saat pengereman dinamis "

Perubahan beban aksel (pitching) tergantung :

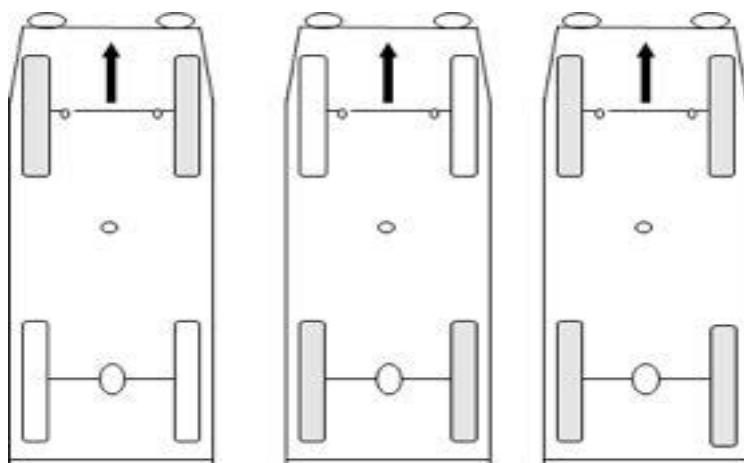
- Perlambatan yang terjadi → " a⁻ "
- Ketinggian titik berat → " *T* "
- Jarak sumbu roda → " *p* "

Berat kendaraan secara keseluruhan tidak berubah, jika tekanan rem pada aksel belakang penuh, tetapi berat aksel terkurangi maka roda belakang memblokir (tidak stabil).

Pengereman dinamis dalam kenyataannya merupakan permasalahan utama yang harus dipertimbangkan untuk mencapai unjuk kerja system rem yang optimal dan stabil, hal terpenting ialah dengan memperhatikan slip sebagai masalahan utama dan traksi adalah sebagai sumber permasalahannya maka Anti Lock-brake System (ABS) dengan konsep kerja meniadakan slip selama proses pengereman berlangsung menjadi solusi dalam mengatasi permaslahan pengereman dinamis tersebut.

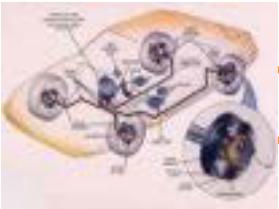
Sistem ABS adalah suatu sistem yang merupakan pengembangan dari sistem rem pada kendaraan yang dilengkapi dengan sistem kontrol, dengan pemasangan sensor putaran roda maka dapat diketahui apakah roda dalam keadaan slip akibat perlambatan, kelengkapan lain dipasang juga unit aktuator serta elektronic kontrol unit (ECU), sehingga sensor dapat memberikan sinyal ke ECU untuk diolah sedemikian rupa dan menghasilkan sinyal output ke aktuator guna mengkondisikan roda tidak terjadi slip.

Gambar 8.10 Sistem Rem dengan ABS

Dengan penerapan sistem kontrol tersebut pengereman optimal dapat dipertahankan selama proses pengereman berlangsung dalam berbagai keadaan ***(panik)*** dan kondisi jalan ***(μ jelek),*** sehingga perlambatan tetap optimal dan kendaraan bergerak stabil serta kemampuan kendali berjalan normal.

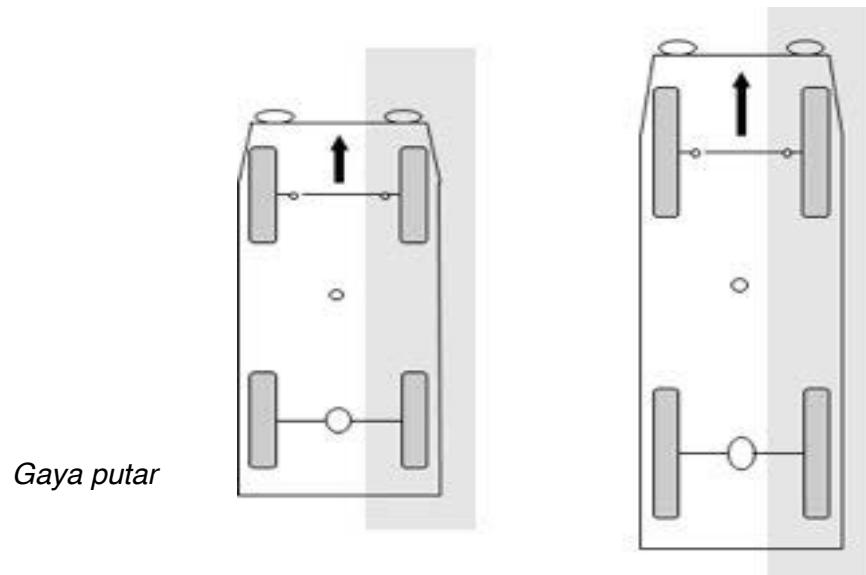
Sifat pengereman pada koefisien jalan ***simetris*** dan aksel blokir :

Blokir pada aksel :

(μ kiri = μ kanan)

Gambar 8.11 Blokir Pada Jarak Sumbu Roda Yang Sama

Sifat :

– Gaya samping			
Aksel depan	*Kecil sekali*	*Besar*	*Kecil*
Aksel belakang	*Besar*	*Kecil*	*Kecil*
– Bahaya melanting	*Kecil*	*Besar*	*Kecil*
– Kemampuan kendali	*Kecil/ 0*	*Sangat kecil*	*0*
– Tingkat bahaya	*Kecil*	*Besar*	*Menengah*

<u>Sifat pengereman koefisien jalan ***asimetris*** dan gaya rem besar :</u>

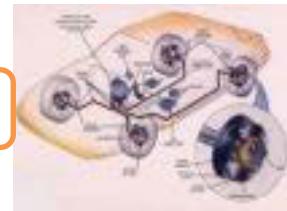
Jika sumbu roda :

Gambar 8.12 Blokir Pada Jarak Sumbu Roda Yang Beda

μ =	*0.8*	*0,1*	*0,8*	*0,1*
	μ - split		*μ - split*	

<u>Sifat :</u>

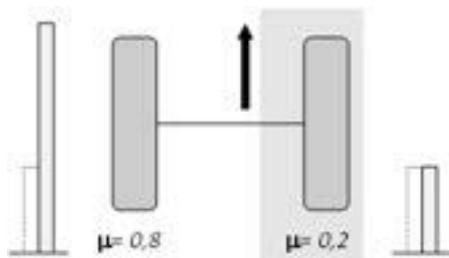
– Perubahan beban aksel	*Besar*	*Kecil*
– Gaya putar	*Besar*	*Kecil*
– Koreksi kemudi	*Besar dan cepat*	*Kecil*
– Pengendalian	*Sulit*	*Lebih mudah*

<u>Perbaikan :</u>

- Gaya rem roda belakang dengan μ = 0,8 *diperkecil (SLR)*
- Gaya rem roda depan dengan μ = 0,8 *dibatasi (MIR)*
- Gaya rem roda depan dengan μ = 0,8 dinaikkan *bertahap-tahap* batasi (GMA)

Kesimpulan :

Sifat pengereman yang optimal terbatas dari

- Kompromis antara *jarak pengereman* dan *pengendalian mobil*
- Perbaikan gaya putar pada kendaraan tergantung dari *kecepatan* dan *jarak sumbu rodanya.*

Macam-macam pengaturan tekanan rem pada aksel

Gambar 8.13 Konsep Regulasi SLR

- SLR "Select Low Regulator"

  Definisi :

  μ roda yang *lebih kecil* menentukan besarnya gaya pengereman *maksimal* kedua roda.

  Akibat :

  * Menghindari blokir *ada*
  * Gaya samping *baik*
  * Momen putar *tidak ada*
  * Jarak pengereman *sedikit panjang*

  Penggunaan :

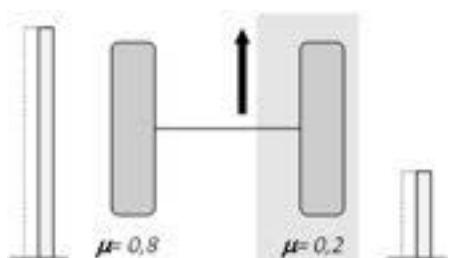
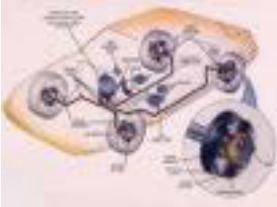
  Semua kendaraan sedan dan truk ringan pada aksel belakang.

- IR "Individual Regulation"

  Definisi :

  Tekanan rem diatur pada *setiap roda* sesuai dengan μ masing-masing roda.

  Akibat :

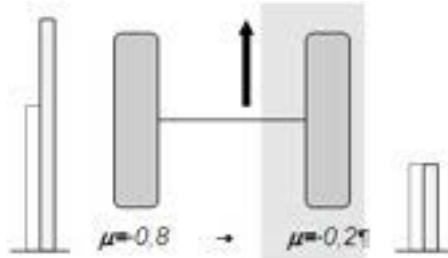
  * Menghindari blokir *ada*

Gambar 8.14 Konsep Regulasi IR

- Gaya samping *baik*
- Momen putar *besar*
- Jarak pengereman *pendek*

Penggunaan :

Aksel depan dengan jarak sumbu roda panjang

☐ Gaya rem maksimum

☐ Gaya rem regulasi

Gambar 8.15 Konsep Regulasi MIR

– MIR "Modified Individual Regulation"

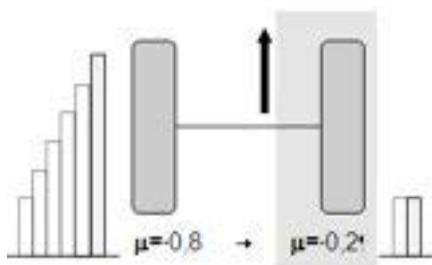
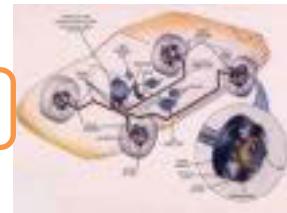
Definisi :

Gaya pengereman pada roda yang μ *besar* dibatasi.

Akibat :

- Menghindari blokir *ada*
- Gaya samping *baik sekali*
- Momen putar *menengah*
- Jarak pengereman *sedikit panjang*

Penggunaan :

Aksel depan dengan jarak sumbu roda pendek (jarak offset besar +).

Gambar 8.16 Konsep Regulasi GMA

– GMA "Gier Moment Aufbauverzöge rung"

Definisi :

Gaya pengereman pada roda dengan μ besar dinaikkan *bertahap-tahap.*

Akibat :

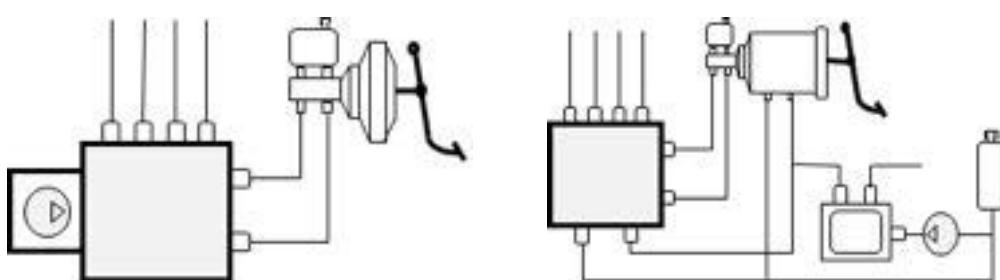
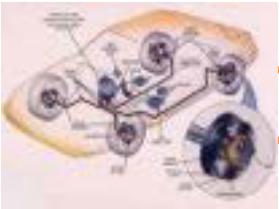
* Menghindari blokir	*ada*
* Gaya samping	*baik*
* Momen putar	*kecil* → *besar* (ditunda)
* Jarak pengereman	*sedikit panjang*

Penggunaan :

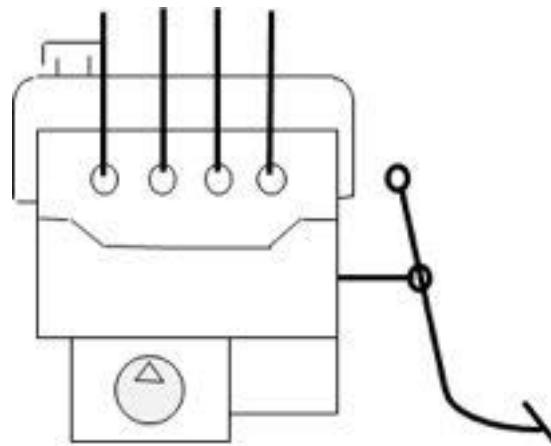
Kendaraan sedan dengan jarak sumbu roda pendek

☐ Gaya rem maksimum

☐ Gaya rem regulasi

Sistem terpisah (Add-on)

Gambar 8.17 ABS dengan *pompa tekan tersendiri dan* ABS dengan pompa tekan sentral *(contoh Citroen)*

Sifat :

– Relatif *sederhana*
– Kemungkinan gangguan *kecil*
– Mudah *penempatannya*

Sistem terpadu

Gambar 8.18 ABS Sistem Terpadu

Sifat :

– Perakitan *mudah dan cepat*
– Penguat gaya kaki besar *(dengan faktor penguat besar)*
– Tekanan cadangan pada waktu mesin mati besar ± cukup untuk *25* kali pengereman penuh
– Getaran pedal saat ABS bekerja *kecil*

8.1.3. Rangkuman :

1) Faktor-faktor yang mempengaruhi unjuk kerja system rem kendaraan antara lain :
   - ✓ Kemampuan rem (Gaya rem)
   - ✓ Traksi

2) Pengereman Statis adalah pengereman saat mobil diam sehingga tidak ada perubahan traksi pada roda depan dan belakang.
3) Pengereman dinamis adalah pengereman saat mobil bergerak sehingga terdapat perubahan traksi pada roda depan dan belakang akibat guncangan mobil.
4) Macam-macam konsep regulasi tekanan rem pada system ABS yaitu :
   - ✓ SLR “Select Low Regulator”
   - ✓ IR “Individual Regulation”
   - ✓ MIR “Modified Individual Regulation”
   - ✓ GMA “Gier Moment Aufbauverzöge rung”

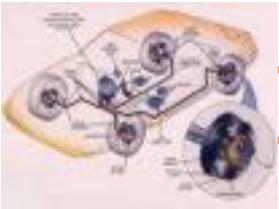
8.1.4. Tugas :

Lakukan uji coba pengereman dinamis pada kendaraan, diskusikan apa yang terjadi terhadap perubahan beban aksel dan apa solusinya supaya pengerman bisa optimal !

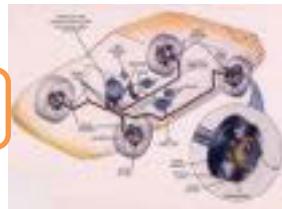
8.1.5. Tes Formatif :

1) Jelaskan Faktor-faktor yang mempengaruhi unjuk kerja system rem kendaraan !
2) Jelaskan pengertian pengereman statis !
3) Jelaskan pengertian pengereman dinamis !
4) Sebutkan macam-macam konsep regulasi tekanan rem pada system ABS !

8.1.6. Lembar Jawaban Tes Formatif :

1) Faktor-faktor yang mempengaruhi unjuk kerja system rem kendaraan antara lain :
   - ✓ Kemampuan rem (Gaya rem)
   - ✓ Traksi
2) Pengereman Statis adalah pengereman saat mobil diam sehingga tidak ada perubahan traksi pada roda depan dan belakang.

3) Pengereman dinamis adalah pengereman saat mobil bergerak sehingga terdapat perubahan traksi pada roda depan dan belakang akibat guncangan mobil.
4) Macam-macam konsep regulasi tekanan rem pada system ABS yaitu :
   - ✓ SLR "Select Low Regulator"
   - ✓ IR "Individual Regulation"
   - ✓ MIR "Modified Individual Regulation"
   - ✓ GMA "Gier Moment Aufbauverzöge rung"

8.1.7. Lembar Kerja Siswa :

Hasil uji coba :
Solusi :

8.2. Kegiatan Pembelajaran :Anti Lock-Brake System

Dengan mengamati Gambar diatas diskusikan jawaban dari pertanyaan berikut ini :

Apa yang terjadi jika kendaraan melaksanakan pengereman penuh diatas permukaan jalan licin dan bisakah menghindari rintangan didepannya beri penjelasan ?

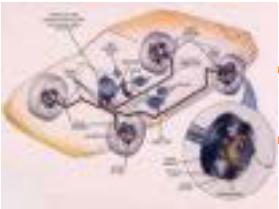
____

____

____

____

____

____

8.2.1. Tujuan Pembelajaran :

Setelah selesai proses pembelajaran siswadapat :

1) Menerangkan nama komponen dan fungsinya pada kontruksi system ABS
2) Menjelaskan siklus kerja system ABS
3) Menjelaskan macam-macam ABS

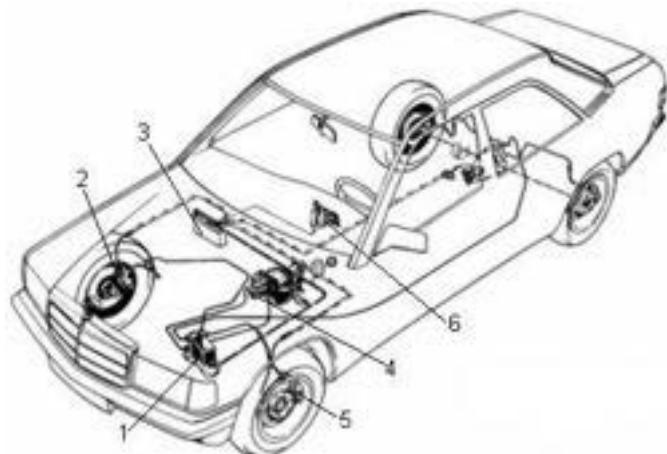
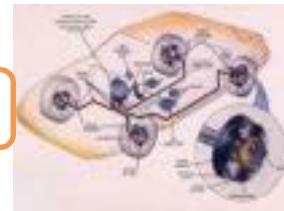
8.2.2. Uraian Materi :

Pengertian Dasar ABS

Kestabilan jalan kendaraan saat pengereman sangat dipengaruhi oleh beberapa hal :

- Kondisi koefisien jalan “μ“ *(simetris/asimertis)*
- Pada *aksel mana* roda blokir
- Jarak sumbu roda

Kontruksi Anti Lock Brake System (ABS)

ABS merupakan sistem tambahan pada sistem rem kendaraan terpasang secara terpadu (integrated), dalam fungsi kerjanya keduanya bekerja bersama mencapai tujuan sistem dan bila ABS terdapat gangguan/rusak tidak mengganggu fungsi utama sistem rem sehingga ABS hanya sebagai fungsi tambahan untuk meregulasi tekanan pada kondisi dan keadaan pengereman tertentu.

Gambar 8.19 Kontruk Sistem Rem Dengan ABS

Nama Komponen :

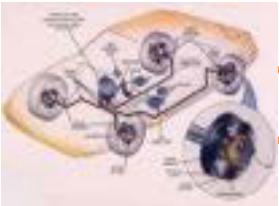
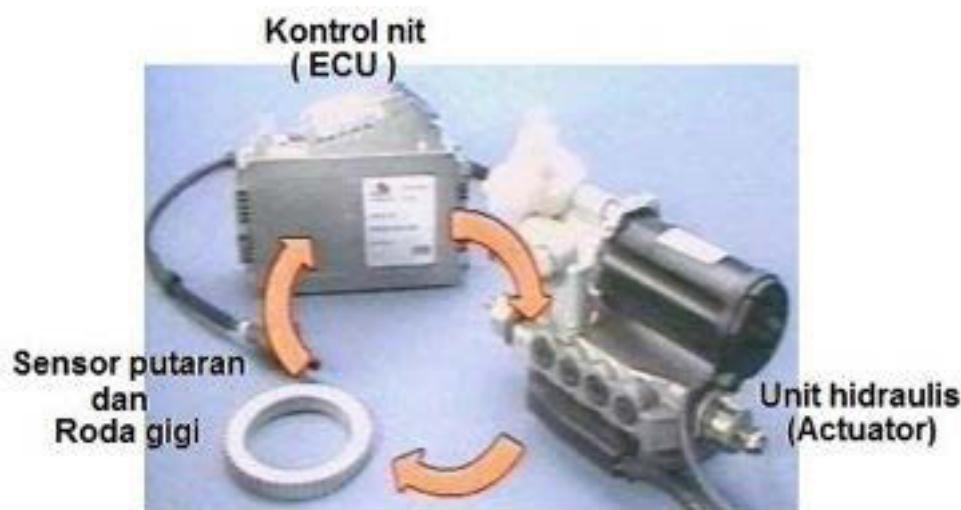
1. Unit hidraulis
2. Sensor putaran roda
3. Kontrol unit ABS
4. Silinder master
5. Kaliper
6. Lampu kontrol ABS

Tujuan Anti Lock Brake Syistem (ABS)

Ada beberapa tujuan yang dicapai pada kendaraan yang dilengkapi dengan sistem ABS antara lain :

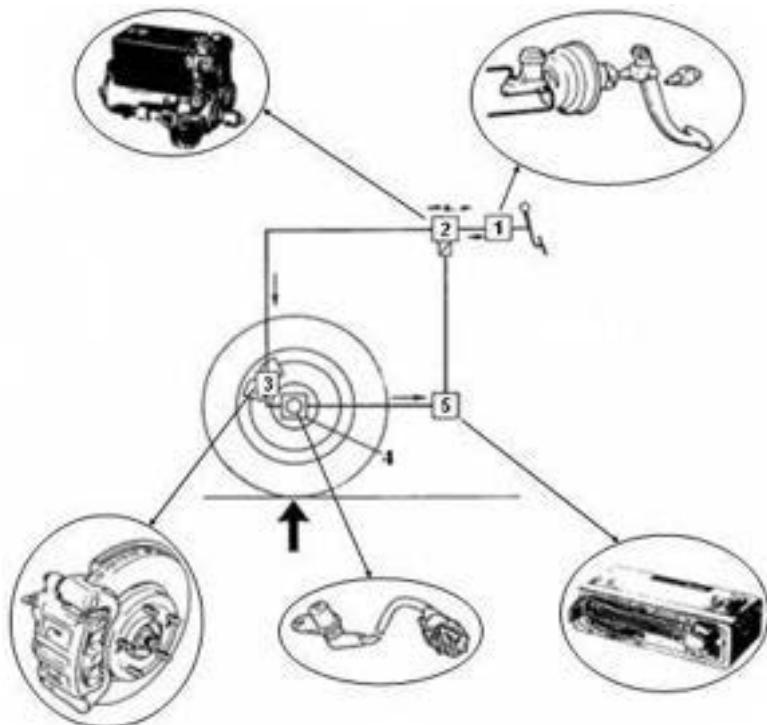
- Kemampuan pengendalian stir baik saat pengereman penuh
- Stabilitas kendaraan tetap baik saat pengereman pada semua kondisi jalan.
- Jarak pengereman sekecil mungkin dapat tercapai.

Fungsi Komponen ABS

Komponen ABS memiliki fungsi masing-masing sehingga sistem dapat bekerja sesuai dengan tujuan yang akan dicapai :

Gambar 8.20. Fungsi Komponen ABS

- Sensor putaran dan roda gigi, membangkitkan sinyal listrik de-ngan menginduksikan arus bolak balik berdasarkan putaran roda.
- Kontrol unit , berfungsi :
  - Menghitung percepatan / perlam-batan roda, menghitung besaran slip dan menentukan kecepatan reverensi kendaraan.
  - Menetapkan sinyal listrik untuk mengendalikan katup regulator tekanan
  - Rangkaian keamanan memeriksa fungsi dari sinyal in put sebelum dan selama katup regulator te-kanan bekerja → fungsi ABS berhenti dan lampu menyala.

✓ Unit hidraulis berfungsi :
  - Meregulasi tekanan rem umumnya pada tiga posisi kerja di setiap roda :
  - Mempertahankan tekanan pada silinder roda.
  - Menurunkan tekanan pada silinder roda walaupun pedal rem tetap diinjak
  - Menaikkan tekanan pada silinder roda

Siklus kerja ABS

Gambar 8.21 Siklus Kerja ABS

Proses pengaturan dalam sistem anti blokir (ABS) merupakan rang-kaian proses tertutup yang berlang-sung berulang-ulang.

- ✓ Tekanan dari silinder (1), mengalir melalui katup elektro magnetis (2) ke kaliper (3)
- ✓ Sensor putaran roda (4) mengukur putaran dan mengirim sinyal putaran tersebut ke kontrol unit ABS (5)
- ✓ Kontrol unit ABS (5) mengolah sinyal putaran dan menetapkan sinyal out put dan mengirim ke katup elektro magnetis (2)
- ✓ Katup elektro magnetis (2) berdasarkan sinyal out put dari kontrol unit mengatur tekanan rem dari silinder master ke kaliper sesuai dengan kebutuhan (menaikkan, menahan dan menurunkan tekanan)

Macam-macam sistem ABS

Sistem ABS berdasarkan aliran hidrolis, penggunaan katup dan cara kerjanya ada beberapa macam :

- ✓ Sistem Anti Blokir Aliran Tertutup dengan Katup Magnet 2/2 (2 saluran/2 fungsi)
- ✓ Sistem Anti Blokir Aliran Tertutup dengan Katup Magnet 3/3 (3 saluran/ 3 fungsi)
- ✓ Sistem Anti Blokir (ABS) Aliran Terbuka Katup Magnet 2/2 (2 saluran/2 fungsi)
- ✓ Sistem Anti Blokir (ABS) Aliran Terbuka Katup Magnet 3/3 (3 saluran/3 fungsi)

8.2.3. Rangkuman :

1) Macam-macam komponen sistem ABS dan fungsinya :
   - ✓ Sensor putaran dan roda gigi, membangkitkan sinyal listrik de-ngan menginduksikan arus bolak balik berdasarkan putaran roda.
   - ✓ Kontrol unit , berfungsi :
     - Menghitung percepatan / perlam-batan roda, menghitung besaran slip dan menentukan kecepatan reverensi kendaraan.
     - Menetapkan sinyal listrik untuk mengendalikan katup regulator tekanan
     - Rangkaian keamanan memeriksa fungsi dari sinyal in put sebelum dan selama katup regulator te-kanan bekerja → fungsi ABS berhenti dan lampu menyala.
   - ✓ Unit hidraulis berfungsi :
     - Meregulasi tekanan rem umumnya pada tiga posisi kerja di setiap roda :
     - Mempertahankan tekanan pada silinder roda.
     - Menurunkan tekanan pada silinder roda walaupun pedal rem tetap diinjak
     - Menaikkan tekanan pada silinder roda

2) Siklus kerja ABS

Proses pengaturan dalam sistem anti blokir (ABS) merupakan rang-kaian proses tertutup yang berlang-sung berulang-ulang.

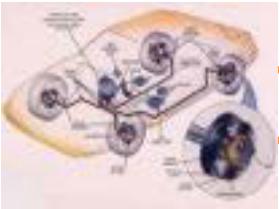
- ✓ Tekanan dari silinder (1), mengalir melalui katup elektro magnetis (2) ke kaliper (3)
- ✓ Sensor putaran roda (4) mengukur putaran dan mengirim sinyal putaran tersebut ke kontrol unit ABS (5)
- ✓ Kontrol unit ABS (5) mengolah sinyal putaran dan menetapkan sinyal out put dan mengirim ke katup elektro magnetis (2).
- ✓ Katup elektro magnetis (2) berdasarkan sinyal out put dari kontrol unit mengatur tekanan rem dari silinder master ke kaliper sesuai dengan kebutuhan (menaikkan, menahan dan menurunkan tekanan)

3) Macam-macam sistem ABS , antara lain :

Sistem ABS berdasarkan aliran hidrolis, penggunaan katup dan cara kerjanya ada beberapa macam :

- ✓ Sistem Anti Blokir Aliran Tertutup dengan Katup Magnet 2/2 (2 saluran/2 fungsi)
- ✓ Sistem Anti Blokir Aliran Tertutup dengan Katup Magnet 3/3 (3 saluran/ 3 fungsi)
- ✓ Sistem Anti Blokir (ABS) Aliran Terbuka Katup Magnet 2/2 (2 saluran/2 fungsi)
- ✓ Sistem Anti Blokir (ABS) Aliran Terbuka Katup Magnet 3/3 (3 saluran/3 fungsi)

8.2.4. Tugas :

Lakukan pengamatan pada kendaraan dengan sistem rem ABS, kemudian sebutkan komponennya dan cara kerja sistem tersebut !

8.2.5. Tes Formatif :

1) Jelaskan komponen sistem ABS dan fungsinya !
2) Jelaskan siklus kerja sistem rem ABS !
3) Sebutkan macam-macam sistem ABS !

8.2.6. Lembar Jawaban Tes Formatif :

1) Macam-macam komponen sistem ABS dan fungsinya :
   - ✓ Sensor putaran dan roda gigi, membangkitkan sinyal listrik de-ngan menginduksikan arus bolak balik berdasarkan putaran roda.
   - ✓ Kontrol unit , berfungsi :
     - Menghitung percepatan / perlam-batan roda, menghitung besaran slip dan menentukan kecepatan reverensi kendaraan.
     - Menetapkan sinyal listrik untuk mengendalikan katup regulator tekanan
     - Rangkaian keamanan memeriksa fungsi dari sinyal in put sebelum dan selama katup regulator te-kanan bekerja → fungsi ABS berhenti dan lampu menyala.
   - ✓ Unit hidraulis berfungsi :
     - Meregulasi tekanan rem umumnya pada tiga posisi kerja di setiap roda :
     - Mempertahankan tekanan pada silinder roda.
     - Menurunkan tekanan pada silinder roda walaupun pedal rem tetap diinjak
     - Menaikkan tekanan pada silinder roda

2) Siklus kerja ABS

   Proses pengaturan dalam sistem anti blokir (ABS) merupakan rang-kaian proses tertutup yang berlang-sung berulang-ulang.

   - ✓ Tekanan dari silinder (1), mengalir melalui katup elektro magnetis (2) ke kaliper (3)

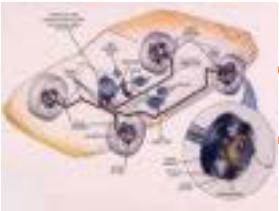
- ✓ Sensor putaran roda (4) mengukur putaran dan mengirim sinyal putaran tersebut ke kontrol unit ABS (5)
- ✓ Kontrol unit ABS (5) mengolah sinyal putaran dan menetapkan sinyal out put dan mengirim ke katup elektro magnetis (2).
- ✓ Katup elektro magnetis (2) berdasarkan sinyal out put dari kontrol unit mengatur tekanan rem dari silinder master ke kaliper sesuai dengan kebutuhan (menaikkan, menahan dan menurunkan tekanan)

3) Macam-macam sistem ABS

Sistem ABS berdasarkan aliran hidrolis, penggunaan katup dan cara kerjanya ada beberapa macam :

- ✓ Sistem Anti Blokir Aliran Tertutup dengan Katup Magnet 2/2 (2 saluran/2 fungsi)
- ✓ Sistem Anti Blokir Aliran Tertutup dengan Katup Magnet 3/3 (3 saluran/ 3 fungsi)
- ✓ Sistem Anti Blokir (ABS) Aliran Terbuka Katup Magnet 2/2 (2 saluran/2 fungsi)
- ✓ Sistem Anti Blokir (ABS) Aliran Terbuka Katup Magnet 3/3 (3 saluran/3 fungsi)

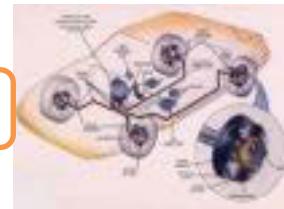
8.2.7. Lembar Kerja Siswa :

Komponen sistem rem ABS :

Cara kerja sistem rem ABS :

Daftar Pustaka

http://web.ipb.ac.id/~tepfteta/elearning/media/Bahan%20Ajar%20Motor%20dan%20Tenaga%20Pertanian/sistem%20transmisi%20tenaga-1.htm

http://www.wardautomotive.net/blog/bid/183763/The-top-5-things-that-can-go-wrong-with-your-car-s-clutch

http://www.wardautomotive.net/blog/bid/183763/The-top-5-things-that-can-go-wrong-with-your-car-s-clutch

http://www.learneasy.info/MDME/MEMmods/MEM30009A/shaft_drives/shaft_drives.html

http://houstonsuperbikes.com/i-8575726-barnett-ducati-dry-clutch-pack-1098-hpm-1100-monster-1100.html

http://www.rimmerbros.co.uk/Item--i-RH5009

http://www.made-in-china.com/showroom/zoewan/product-detailsKBQSyjPSxVe/China-Auto-AC-Magnetic-Clutch-for-Honda-CRV-2-0-1204002-.html

http://businesslocalarticles.com/2012/01/torque-converters-why-do-we-need-to-customize-them/

http://www.kseriesparts.com/cr/CC-2-800-ST.html

Toyibu, Drs, 1987, ***Modul Pelatihan Sistem Pemindah Tenaga***, Dept. Automotive VEDC, Malang,

Farid, M, Drs, 2000, ***Modul Pelatihan Sistem Kemudi***, Dept. Automotive VEDC, Malang,

Training Support & Development, 2003, ***Steering & Suspension***, Hyundai Motor Company, Korea,

Ketut Suminta, Drs, 2000, ***Modul Pelatihan Geometri Roda***, Dept. Automotive VEDC, Malang,

Farid, M, Drs, 2000, ***Modul Pelatihan Sistem Rem***, Dept. Automotive VEDC, Malang,

Team Fakultas Teknik UNY, 2004, ***Perbaikan Kopling dan Komponen-komponennya***, Direktorat PSMK, Jakarta